

# Rapport du directeur sur l'activité et la gestion du Bureau international des poids et mesures (BIPM)

(1<sup>er</sup> janvier 2013 – 31 décembre 2013)

# Director's Report on the Activity and Management of the International Bureau of Weights and Measures (BIPM)

(1 January 2013 – 31 December 2013)

Tome 14



Bureau international des poids et mesures



**Rapport du directeur sur l'activité et la gestion  
du Bureau international des poids et mesures**  
(1<sup>er</sup> janvier 2013 – 31 décembre 2013)



Bureau international des poids et mesures

# **Rapport du directeur sur l'activité et la gestion du Bureau international des poids et mesures**

(1<sup>er</sup> janvier 2013 – 31 décembre 2013)

## **Rapport du directeur du BIPM pour l'année 2013**

Le Rapport du directeur sur les activités et la gestion du BIPM fait partie d'un ensemble de trois rapports publiés chaque année par le CIPM et le BIPM qui, collectivement, constituent les documents de communication officiels vis-à-vis des États Membres ; les deux autres publications de cet ensemble sont les suivantes :

- Procès-verbaux de la 102<sup>e</sup> session du Comité international des poids et mesures (juin et octobre 2013),
- Rapport annuel aux Gouvernements des Hautes parties contractantes sur la situation administrative et financière du Bureau international des poids et mesures 2013.

Note sur l'utilisation du texte anglais (*voir page 42*)

Afin de faire connaître le plus largement possible ses travaux, le Comité international des poids et mesures publie une version en anglais de ses rapports.

Le lecteur doit cependant noter que le rapport officiel est toujours celui rédigé en français. C'est le texte français qui fait autorité si une référence est nécessaire ou s'il y a doute sur l'interprétation.

Édité par le BIPM,  
Pavillon de Breteuil,  
F-92312 Sèvres Cedex  
France

Imprimé par : Imprimerie Centrale, Luxembourg

ISSN 1606-3740  
ISBN 978-92-822-2257-7

## TABLE DES MATIÈRES

États Parties à la Convention du Mètre et Associés à la Conférence générale des poids et mesures **7**

**Rapport du directeur sur l'activité et la gestion du Bureau international des poids et mesures**  
(1<sup>er</sup> janvier 2013 – 31 décembre 2013) **9**

- 1 Introduction **11**
  - 1.1 Introduction générale et résumé des activités de l'année 2013 **11**
- 2 Travail scientifique du BIPM **12**
  - 2.1 Masses **12**
  - 2.2 Temps **13**
  - 2.3 Électricité **15**
  - 2.4 Rayonnements ionisants **16**
  - 2.5 Chimie **17**
  - 2.6 Comparaisons **19**
    - 2.6.1 Masses **19**
    - 2.6.2 Temps **19**
    - 2.6.3 Électricité **20**
    - 2.6.4 Rayonnements ionisants **20**
    - 2.6.5 Chimie **21**
  - 2.7 Étalonnages **22**
- 3 Le CIPM MRA **22**
  - 3.1 Nouveaux signataires du CIPM MRA **22**
  - 3.2 La base de données du BIPM sur les comparaisons clés (KCDB) **22**
    - 3.2.1 Contenu de la KCDB **22**
    - 3.2.2 Visites du site de la KCDB **24**
    - 3.2.3 Le système de la KCDB **25**
  - 3.3 Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM (JCRB) **25**
- 4 Relations avec d'autres organisations intergouvernementales et avec des organismes internationaux et promotion de la Convention du Mètre **26**
  - 4.1 Nouveaux États Membres et nouveaux Associés à la CGPM **26**
  - 4.2 Collaboration avec d'autres organisations intergouvernementales et avec des organismes internationaux **26**
  - 4.3 Comités communs **28**
    - 4.3.1 Comité commun pour les guides en métrologie (JCGM) **28**
    - 4.3.2 Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (JCTLM) **29**
- 5 Réunions et ateliers au siège du BIPM **30**
  - 5.1 Réunion des représentants des États Membres et des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie **30**
  - 5.2 Ateliers organisés en 2013 **31**

6	Voyages, visiteurs, personnes en détachement et chercheurs invités	<b>32</b>
6.1	Voyages	<b>32</b>
6.2	Personnes en détachement et chercheurs invités	<b>32</b>
6.3	Visiteurs	<b>32</b>
7	Publications	<b>33</b>
7.1	<i>Metrologia</i>	<b>33</b>
7.2	Site internet du BIPM	<b>33</b>
8	Bureau du directeur et services généraux	<b>33</b>
8.1	Service Finances, budget et achats	<b>34</b>
8.2	Service Juridique, administration et ressources humaines	<b>34</b>
8.3	Personnel	<b>35</b>
8.3.1	Engagements	<b>35</b>
8.3.2	Promotions et changements de grade	<b>35</b>
8.3.3	Changements de responsabilités	<b>35</b>
8.3.4	Chercheurs associés	<b>36</b>
8.3.5	Départs	<b>36</b>
8.4	Service Secrétariat et entretien des locaux	<b>36</b>
8.5	Sécurité, qualité et extérieurs	<b>37</b>
<b>Annexe 1 :</b>	Publications du BIPM pour l'année 2013	<b>73</b>
<b>Annexe 2 :</b>	Certificats et notes d'études 2013	<b>79</b>
<b>Annexe 3 :</b>	Réunions et présentations au siège du BIPM	<b>83</b>
<b>Annexe 4 :</b>	Liste du personnel du BIPM	<b>85</b>
<b>Annexe 5 :</b>	Liste des sigles utilisés dans le présent volume	<b>87</b>



## ÉTATS PARTIES À LA CONVENTION DU MÈTRE ET ASSOCIÉS À LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES

au 31 décembre 2013

### États Parties à la Convention du Mètre

Afrique du sud	Italie
Allemagne	Japon
Arabie saoudite	Kazakhstan
Argentine	Kenya
Australie	Malaisie
Autriche	Mexique
Belgique	Norvège
Brésil	Nouvelle-Zélande
Bulgarie	Pakistan
Canada	Pays-Bas
Chili	Pologne
Chine	Portugal
Colombie	République de Corée
Croatie	République dominicaine
Danemark	République tchèque
Égypte	Roumanie
Espagne	Royaume-Uni de Grande Bretagne et d'Irlande du Nord
États-Unis d'Amérique	Serbie
Fédération de Russie	Singapour
Finlande	Slovaquie
France	Suède
Grèce	Suisse
Hongrie	Thaïlande
Inde	Tunisie
Indonésie	Turquie
Irak	Uruguay
Iran (République islamique d')	Venezuela (République bolivarienne du)
Irlande	
Israël	

### Associés à la Conférence générale des poids et mesures

Albanie	Maurice
Bangladesh	Mongolie
Bélarus	Monténégro
Bolivie (État plurinational de)	Namibie
Bosnie-Herzégovine	Oman
Botswana	Panama
CARICOM	Paraguay
Costa Rica	Pérou
Cuba	Philippines
Équateur	République arabe syrienne
Estonie	République de Moldova
Ex-République yougoslave de Macédoine	Seychelles
Géorgie	Slovénie
Ghana	Sri Lanka
Hong Kong (Chine)	Taipei chinois
Jamaïque	Ukraine
Lettonie	Viet Nam
Lituanie	Zambie
Malte	Zimbabwe



Rapport du directeur sur  
l'activité et la gestion du  
Bureau international des  
poids et mesures

(1<sup>er</sup> janvier 2013 – 31 décembre 2013)



## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Introduction générale et résumé des activités de l'année 2013

Ma première année en tant que directeur a été une année de changement pour le BIPM. 2013 a commencé de manière opportune par l'élaboration et la publication d'une déclaration révisée sur la mission, le rôle et les objectifs du BIPM, à partir des objectifs initiaux fixés par la Convention du Mètre réinterprétés à la lumière du 21<sup>e</sup> siècle. Une nouvelle stratégie pour le BIPM, ainsi qu'un processus de planification consolidée, ont ensuite été mis au point. Le Comité consultatif des poids et mesures (CIPM) a participé de façon active à ces projets qui ont requis de consulter l'ensemble des parties prenantes.

Une part importante de la stratégie du BIPM a été élaborée à partir des stratégies développées par chacun des Comités consultatifs du BIPM, suite à l'examen qu'ils ont effectué de leurs activités et de celles de leurs groupes de travail. L'objectif des Comités consultatifs est, de nouveau, de s'assurer que les comparaisons proposées sont véritablement « clés » : ainsi, l'augmentation du nombre de comparaisons clés des Comités consultatifs a été stabilisée et, dans certain cas, le nombre de comparaisons a été réduit. La diminution du nombre de groupes de travail et du nombre de participants aux comparaisons aura pour effet positif de réduire la charge de travail des laboratoires nationaux de métrologie.

Ces initiatives apporteront de nombreux avantages, dont celui de fournir une base transparente à l'élaboration du programme de travail du BIPM pour les années 2016 à 2019.

Nous avons également poursuivi les actions visant à rationaliser la production de nos publications. Nous avons en particulier supprimé les doublons entre publications et avons mis en place une politique qui consiste à publier les documents sur notre site internet dès qu'ils sont disponibles. Nous avons ainsi contourné les délais requis par la traduction et l'impression des documents.

Les services administratifs et de soutien du BIPM ont été restructurés au cours de 2013. L'ancien Département Finances, Administration et Services généraux a été réorganisé en deux nouveaux services qui font partie du bureau du directeur. Un rassemblement des Services généraux a également été effectué, qui inclut l'atelier du BIPM et l'entretien des bâtiments, ainsi que la sécurité, la qualité et les extérieurs du BIPM. J'ai également lancé un processus de planification afin que le bâtiment historique de l'Observatoire soit rénové de façon majeure, l'objectif étant de créer un ensemble cohérent de laboratoires et de bureaux destinés au personnel scientifique.

L'année 2013 est également la première année du nouveau programme de travail pour les années 2013 à 2015 qui a été approuvé par la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) à sa 24<sup>e</sup> réunion (2011). Le travail scientifique du BIPM pour l'année 2013 est présenté en détail dans la section 2 du présent rapport, ainsi que dans les suppléments mis à disposition sur le site internet du BIPM.

## 2. TRAVAIL SCIENTIFIQUE DU BIPM

Afin de remplir sa mission qui est d'assurer et de promouvoir la comparabilité mondiale des mesures, le BIPM possède des laboratoires dans les domaines des masses, du temps, de l'électricité, des rayonnements ionisants et de la chimie. Les travaux scientifiques effectués par le BIPM répondent à un ou plusieurs des objectifs suivants qui lui ont été fixés :

- établir et maintenir des étalons de référence appropriés, utilisés pour conduire, au plus haut niveau métrologique, un nombre limité de comparaisons clés internationales ;
- coordonner les comparaisons internationales des étalons de mesure nationaux par l'intermédiaire des Comités consultatifs du CIPM, en jouant le rôle de laboratoire pilote pour certaines comparaisons considérées prioritaires et en menant les travaux scientifiques requis pour ce faire ;
- proposer certains services d'étalonnage aux États Membres.

Les sections qui suivent présentent certains points marquants du travail effectué en 2013. Des rapports complets sur le travail de chacun des départements du BIPM sont disponibles sur le site internet du BIPM à l'adresse [http://www.bipm.org/fr/publications/directors\\_report/](http://www.bipm.org/fr/publications/directors_report/).

### 2.1. Masses

Le Département des masses a commencé en décembre 2013 la campagne extraordinaire d'étalonnage de masses avec le prototype international du kilogramme. Cette comparaison permettra de répondre à l'une des conditions requises par le Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM) pour redéfinir le kilogramme : ainsi, les étalons de masse utilisés dans les expériences qui contribueront à fixer la valeur numérique de la constante de Planck, balance du watt et XRCD (mesures de masse volumique de cristaux par rayons x), ainsi que les étalons de travail et de référence du BIPM, seront comparés le plus directement possible au prototype international du kilogramme. La première phase de ce travail consistera à étalonner les étalons de travail du BIPM par rapport au prototype international du kilogramme, puis à étudier les effets du nettoyage et du lavage sur les six témoins du prototype international du kilogramme et, enfin, sur le prototype international du kilogramme lui-même. Lors de la seconde phase, qui commencera au second semestre de 2014, les étalons de transfert des laboratoires nationaux de métrologie impliqués dans la détermination de la constante de Planck et de la constante d'Avogadro seront étalonnés. Ces travaux ont été planifiés en collaboration avec un certain nombre de délégués de la dernière réunion du CCM, qui forment un groupe de soutien pour la campagne extraordinaire, présidé par le directeur du BIPM.

En 2013, des progrès significatifs ont été réalisés concernant l'ensemble d'étalons de masse de référence du BIPM (quelquefois désigné sous l'abréviation « ERMS »). Des améliorations techniques ont été apportées aux trois réseaux de stockage (dans un gaz, dans le vide et dans l'air). Par exemple, un nouveau réseau dans le vide a été installé et est désormais opérationnel, et des caissons de stockage spécifiques ont été conçus et fabriqués afin d'être compatibles avec les équipements de pesée dans le vide du Département des masses.

Un nouveau projet concernant l'analyse de surface de l'ensemble d'étalons de masse de référence a débuté. Dans chacun des caissons qui accueilleront les étalons, six échantillons de 1,5 mm d'épaisseur, fabriqués avec le même matériau que l'étalon concerné, seront stockés. Une analyse de surface des échantillons sera effectuée périodiquement en partenariat avec certains laboratoires nationaux de métrologie sélectionnés.

Une collaboration réussie a commencé en 2013 entre le BIPM et le Laboratoire commun de métrologie (LCM), LNE-CNAM, France, afin de mesurer la rugosité de la surface de tous les étalons de masse et de deux disques de chaque pile de l'ensemble d'étalons de masse de référence du BIPM. Cette collaboration permettra également de mesurer la rugosité de surface de la plupart des échantillons. La rugosité surfacique est un paramètre critique qui a des répercussions sur la contamination de surface et, par conséquent, sur les variations de masse. À la fin de 2013, le LCM LNE-CNAM avait effectué des mesures sur six étalons de 1 kg, deux disques d'une pile et huit échantillons. Cette collaboration se poursuivra en 2014.

Au début de 2013, la balance du watt du BIPM a été transférée dans un nouveau laboratoire dédié qui offre une meilleure isolation sismique, une stabilité de température améliorée, et suffisamment de place pour y installer une enceinte à vide. Par ailleurs, des améliorations telles que la réduction de l'influence du mélange des polarisations et du mélange des fréquences entre les bras de l'interféromètre, et le traitement mathématique de l'effet de l'accélération de la bobine sur la force mesurée par la cellule de pesée, ont été apportées à l'expérience. En conséquence, l'écart-type des mesures de la constante de Planck dans l'air a été réduit de  $1,4 \times 10^{-6}$  à environ  $5 \times 10^{-7}$ .

Le circuit magnétique définitif de la balance du watt a été fabriqué et assemblé. Il se fonde sur une conception originale émanant du BIPM et qui a récemment été utilisée pour la construction des aimants de plusieurs autres balances du watt. La plupart des composants du circuit ont été pré-usinés par l'atelier de mécanique du BIPM. La fabrication des autres composants et l'usinage de précision extrême de l'ensemble des pièces ont été réalisés par une société américaine. L'assemblage a été effectué au BIPM à un degré d'exactitude micrométrique. L'aimant est désormais en place dans la chambre à vide de la balance du watt. Cela constitue la première étape de l'assemblage d'une nouvelle version de la balance du watt du BIPM équipée de plusieurs nouveaux composants, dont le plus important est un système fondé sur des éléments piézo-électriques permettant le contrôle exact de la position et de l'angle de la bobine.

Dans le cadre du programme de travail pour les années 2013 à 2015, le Département des masses a étalonné six prototypes en platine iridié et onze étalons de masse en acier inoxydable pour des États Membres. Les caractéristiques concernant le comportement d'un prototype lors du passage du vide à l'air ont été déterminées et plusieurs prototypes sont en cours de fabrication. Depuis juin 2011, le Département des masses coordonne la comparaison clé CCM.M-K4 d'étalons de masse en acier inoxydable du CCM, à laquelle seize laboratoires nationaux de métrologie participent. Le projet A de rapport de cette comparaison est en préparation.

## 2.2. Temps

La *Circulaire T* du BIPM, publiée mensuellement, permet d'établir la traçabilité à la seconde du SI, par le calcul du Temps universel coordonné (UTC), des réalisations locales maintenues par les laboratoires nationaux. La *Circulaire T* constitue le fondement de la seule comparaison clé dans le domaine du temps, CCTF-K001.UTC. Celle-ci est la comparaison clé la plus fréquente, sa valeur de référence UTC et les degrés d'équivalence associés,  $[UTC - UTC(k)]$ , étant évalués tous les cinq jours. À la fin de 2013, 73 laboratoires fournissant les données de plus de 400 horloges atomiques y participaient. Le BIPM a l'entière responsabilité du calcul et de la publication des résultats, tel que mandaté par le Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF).

En 2013, les résultats de neuf étalons primaires de fréquence, dont trois à quatre fontaines à césium en moyenne fournissant des mesures chaque mois, et ceux d'une représentation secondaire de la seconde ont contribué à l'établissement du Temps atomique international (TAI). La stabilité de fréquence du TAI est estimée à  $3 \times 10^{-16}$  pour des durées moyennes d'un mois, et son exactitude à quelques  $10^{-16}$ . On estime que la stabilité du TAI s'améliorera pour atteindre  $1,8 \times 10^{-16}$  au cours de ces prochaines années. Par

ailleurs, le Département du temps a élaboré une procédure afin d'inclure dans l'algorithme permettant de calculer l'exactitude du TAI les données obtenues à l'aide d'étalons de fréquence secondaires : ainsi l'étalon secondaire au rubidium du laboratoire français LNE-SYRTE a été utilisé depuis juillet 2013 pour évaluer la fréquence du TAI.

Les observations des signaux des satellites du Global Positioning System (GPS) et du Global Navigation Satellite System (GLONASS), ainsi que la technique de comparaison de temps et de fréquences par aller et retour sur satellite (TW), ont été régulièrement utilisées pour le calcul du TAI. Des liaisons calculées en combinant diverses méthodes sont utilisées de façon régulière pour calculer le TAI ; à la fin de 2013, 28 % des liaisons horaires du TAI étaient calculées à partir de combinaisons GPS/GLONASS et TW/GPS PPP. La technique de positionnement précis (PPP) du GPS, seule ou en combinaison avec la technique de comparaison de temps et de fréquences par aller et retour sur satellite, est utilisée pour établir 55 % des liaisons horaires du TAI, avec une incertitude statistique associée bien inférieure à la nanoseconde ; la meilleure valeur obtenue est de 0,3 ns pour 46 % des liaisons horaires.

Parmi les réalisations majeures du Département du temps en 2013 figurent les suivantes. La révision de l'algorithme permettant de calculer le TAI et l'UTC est achevée : des études sur une nouvelle procédure pour fixer le poids des horloges ont permis de conclure qu'il faut partir du principe qu'une bonne horloge est une horloge dont la fréquence est prévisible, plutôt qu'une horloge dont la fréquence est stable tel que dans la procédure actuelle ; on a aussi identifié une modification à apporter à la stratégie fixant la limite supérieure de poids. Cela a conduit à une meilleure distribution du poids des horloges, avec une réduction de la prédominance des horloges à césium et une augmentation de 40 % du nombre des masers à hydrogène ayant le poids maximum. La stabilité à court terme et à long terme du TAI devrait s'en trouver améliorée de 20 %. L'utilisation du nouvel algorithme commencera officiellement au début de 2014.

L'expérience pilote de calcul d'un UTC rapide (UTC<sub>r</sub>) a été réalisée avec succès ; le CCTF a approuvé le rapport final de l'étude qui démontre que l'UTC<sub>r</sub> fournit une solution hebdomadaire qui atteint la qualité attendue : l'écart pic à pic par rapport à l'UTC publié dans la *Circulaire T* est systématiquement meilleur que  $\pm 2$  ns. La publication de l'UTC<sub>r</sub> a un impact certain sur la qualité des représentations locales de l'UTC maintenues par les laboratoires de temps nationaux et sur le pilotage des échelles de temps du Global Navigation Satellite System (GNSS) sur l'UTC.

Le développement de liaisons par fibre optique a commencé dans plusieurs laboratoires participant au calcul de l'UTC et quelques-unes de ces liaisons sont désormais calculées de façon régulière. Le Département du temps a conduit une expérience sur la liaison par fibre entre des représentations locales polonaises de l'UTC à l'aide du système d'étalonnage que le BIPM a récemment mis au point. Cet exercice a montré un excellent accord entre la liaison GPS PPP et la liaison par fibre optique, avec une incertitude du niveau de celle obtenue à l'aide de la technique GPS PPP. La liaison par fibre optique peut également être utilisée pour évaluer l'étalonnage d'une liaison UTC « traditionnelle » car l'incertitude d'étalonnage est faible (quelques centaines de picosecondes) et stable : cette expérience a permis de valider le système d'étalonnage des systèmes GNSS mis au point par le BIPM avec une incertitude de type B d'environ 200 ps. Il devrait être possible à l'avenir d'atteindre une incertitude de 100 ps pour des liaisons horaires de l'UTC par fibre optique.

La coordination internationale constitue une activité majeure du Département du temps. Un atelier organisé conjointement par le BIPM et l'Union internationale des télécommunications (UIT) s'est tenu à Genève, Suisse, les 19 et 20 septembre 2013. L'objectif était de préparer la Conférence mondiale des radiocommunications qui aura lieu en 2015 et au cours de laquelle une décision quant à la redéfinition de l'UTC sans seconde intercalaire devrait être prise. Cet atelier a constitué une occasion unique de recueillir les commentaires de la plupart des communautés concernées, parmi lesquelles les quatre fournisseurs de services GNSS, le secteur des télécommunications, les autorités d'horodatage, les astronomes et les géodésiens.



### 2.3. Électricité

En 2013, le travail du Département de l'électricité a porté pour l'essentiel sur le programme de comparaisons destiné à valider les étalons primaires nationaux pour les grandeurs électriques fondamentales (tension, résistance et capacité), les étalonnages effectués pour les laboratoires nationaux de métrologie des États Membres pour ces mêmes grandeurs, ainsi que le soutien au projet de la balance du watt du BIPM.

De juillet 2012 à juillet 2013, Stéphane Solve du Département de l'électricité a travaillé en tant que chercheur invité avec l'équipe du Quantum Voltage Project du laboratoire national de métrologie américain, le NIST. Il a ainsi été formé à l'utilisation des réseaux SNS (supraconducteur-normal-supraconducteur) dans le domaine de la synthèse des tensions en courant alternatif et de ses applications afin de préparer une future comparaison du BIPM dans ce domaine. Un étalon voyageur de tension de Josephson programmable équipé de systèmes électroniques compacts a été conçu pour le BIPM dans le cadre d'un accord de coopération en recherche et développement. Ce nouveau système a été comparé à un autre système de tension de Josephson programmable et l'incertitude la plus faible atteinte à ce jour lors de comparaisons d'étalons de tension de Josephson programmables a été obtenue : l'écart observé est de  $2,6 \times 10^{-11}$ , avec une incertitude de  $3,4 \times 10^{-11}$ . Plusieurs sources d'erreur ont été étudiées au cours de ce travail. L'effet principal est lié à des résistances de fuite qui permettent à de faibles courants de passer directement des composants du circuit de mesure à la terre. Cet effet a été étudié à l'aide d'une technique éprouvée, précédemment mise au point par le BIPM : il peut générer à 10 V des erreurs systématiques au niveau de 1 nV, c'est-à-dire  $1 \times 10^{-10}$ . Ce travail a également démontré que le flux magnétique piégé peut conduire à de faibles erreurs de tension systématiques et reproductibles, difficiles à détecter. Une publication conjointe du BIPM et du NIST\* fournit de plus amples détails sur ce travail.

Le Comité consultatif d'électricité et magnétisme (CCEM) a demandé au BIPM de reprendre la comparaison clé sur site [BIPM.EM-K12](#) d'étalons de résistance à effet Hall quantique. En novembre 2013, une équipe du BIPM a effectué au laboratoire national de métrologie allemand, la PTB, le premier exercice de cette nouvelle série. Cette comparaison a permis de tester les équipements et les techniques utilisés pour réaliser l'ohm à partir de l'effet Hall quantique. Le BIPM et la PTB ont mesuré la même résistance de 100  $\Omega$  à l'aide de références à effet Hall quantifié et de systèmes de mesure totalement indépendants et ont obtenu un accord relatif meilleur que 1 n $\Omega/\Omega$ . Le test a ensuite porté sur le transfert sur 4 décades, de 100  $\Omega$  vers 10 k $\Omega$  puis de 100  $\Omega$  vers 1  $\Omega$ . Un accord aussi excellent a été obtenu à 10 k $\Omega$ , alors qu'à 1  $\Omega$  l'incertitude de comparaison a été plusieurs fois supérieure en raison de propriétés non-idéales de la résistance de référence de 1  $\Omega$ , ce qui constitue un problème connu pour les étalons de faible valeur. Les résultats pour toutes les valeurs sont significativement meilleurs que ce qui aurait pu être obtenu par l'échange d'étalons voyageurs, où les incertitudes relatives sont au mieux de 1 ou  $2 \times 10^{-8}$ .

Depuis la dernière série de comparaisons sur site d'étalons à effet Hall quantique (cinq effectuées entre 1993 et 1997), les progrès effectués concernant la technologie de pont fondée sur un comparateur cryogénique de courant (CCC) ont permis de mieux étudier les facteurs limitants, notamment les problèmes liés à l'effet Peltier des étalons de 1  $\Omega$ . Au-delà du résultat principal de comparaison, le fait de travailler avec deux systèmes dans le même laboratoire a fourni de précieuses informations au BIPM et à la PTB, ce qui contribuera à optimiser le protocole des prochaines comparaisons sur site. Après ce premier exercice réussi à la PTB, une série de comparaisons est prévue dans d'autres laboratoires nationaux de métrologie au cours de ces prochaines années.

---

\* Solve S., Rüfenacht A., Burroughs C.J. and Benz S.P., Direct comparison of two NIST PJVS systems at 10 V. *Metrologia*, 2013, **50**, 441.

## 2.4. Rayonnements ionisants

Le Département des rayonnements ionisants a coordonné la sixième comparaison bilatérale, avec le laboratoire national de métrologie britannique, le NPL, dans le cadre de la comparaison clé BIPM.RI(I)-K6 de dose absorbée dans l'eau dans les faisceaux de photons aux hautes énergies. On a utilisé les faisceaux de 6 MV, 10 MV et 25 MV de l'accélérateur Elekta du NPL, et la comparaison a eu lieu du 16 septembre au 4 octobre 2013, et du 18 au 22 novembre 2013. Les rapports de deux comparaisons précédemment effectuées avec le NIST, États-Unis, et avec le LNE-LNHB, France, ont été publiés en 2013. Le rapport de la comparaison menée en 2012 avec l'ARPANSA, Australie, est presque achevé. La méthode utilisée pour établir les degrés d'équivalence pour la comparaison clé BIPM.RI(I)-K6, fondée sur la détermination calorimétrique du BIPM à l'aide du rapport tissu-fantôme ( $TPR_{20,10}$ ), a été approuvée par le Comité consultatif des rayonnements ionisants (CCRI) lors de sa réunion de mai 2013 puis publiée<sup>†</sup>. Les quatre résultats de comparaisons enregistrés dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés (KCDB) jusqu'à présent présentent un accord meilleur que 0,8 %, qui se situe dans les limites de l'incertitude étendue évaluée typiquement à 1,2 % ( $k = 2$ ).

Le projet de mise au point d'un étalon de dose absorbée dans les faisceaux de rayons x aux moyennes énergies se poursuit. Il se fonde sur l'étalon à parois d'air existant, ainsi que sur des étalons de transfert étanches de formes et de matériaux différents pour les parois. Les problèmes initiaux de courants de fuite ont été résolus par l'utilisation d'un revêtement en graphite conducteur. L'expérience visant à vérifier les valeurs des sections efficaces d'interaction des photons (valeurs de  $\mu$ ) utilisées par le code PENELOPE de simulation se poursuit avec des calculs améliorés concernant la dose absorbée dans les faisceaux de rayons x aux moyennes énergies. Il est utile de noter que les rapports calculés  $\mu_{a,c}$  et  $\mu_{a,w}$  sont en accord avec leurs valeurs mesurées au niveau de  $5 \times 10^{-3}$  (incertitude statistique), sauf à 100 kV où une différence de  $1$  à  $2 \times 10^{-2}$  est observée.

Un article a été soumis pour publication dans *Physics in Medicine and Biology* : il porte sur la valeur de  $W_a$  pour les faisceaux de photons d'accélérateurs et intègre des résultats des comparaisons BIPM.RI(I)-K6 effectuées, des calculs de Monte Carlo, et des mesures du volume de la cavité de chambres d'ionisation construites au BIPM. La conclusion de l'article est qu'il n'y a pas de preuve d'une variation en fonction de l'énergie de la valeur de  $W_a$ , ce qui constitue une découverte importante qui réduira l'incertitude de la dosimétrie clinique de référence aux hautes énergies. Ce travail a également permis d'obtenir une nouvelle détermination de la valeur de  $I_c$  pour le graphite. Ces résultats seront inclus dans un rapport sur les données clés (Key Data report) préparé par l'International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). Quatre comparaisons et 42 étalonnages d'étalons nationaux secondaires ont été effectués, et onze rapports de comparaison ont été préparés, ce qui a été possible grâce aux efforts significatifs consacrés à l'étalonnage et à l'entretien des équipements du BIPM.

En 2013, dans le cadre du programme de mesures d'activité de radionucléides liées au Système de référence international (SIR), sept ampoules contenant chacune un radionucléide différent -  $^{57}\text{Co}$  (POLATOM),  $^{59}\text{Fe}$  (LNE-LNHB),  $^{109}\text{Cd}$  (LNE-LNHB),  $^{137}\text{Cs}$  (POLATOM),  $^{166\text{m}}\text{Ho}$  (PTB),  $^{177}\text{Lu}$  (IFIN-HH) et  $^{222}\text{Rn}$  (LNE-LNHB) - ont été soumises au BIPM par quatre laboratoires afin d'obtenir des valeurs d'équivalence pour la comparaison clé en continu BIPM.RI(II)-K1. Les mesures de  $^{222}\text{Rn}$ , un gaz radioactif à courte durée de vie ( $T_{1/2} = 3,8235$  d,  $u = 0,0003$  d), ont été répétées afin d'essayer de supprimer une erreur systématique détectée dans la détermination de l'activité du gaz. Cette analyse est toujours en cours. Les rapports mis à jour de trois comparaisons concernant le  $^{64}\text{Cu}$ <sup>‡</sup>,

<sup>†</sup> Picard S., Burns D.T., and Los Arcos J.M., Establishment of degrees of equivalence of national primary standards for absorbed dose to water in accelerator photon beams, *Metrologia*, 2013, **50**, Tech. Suppl. 06016.

<sup>‡</sup> Michotte C., et al., Update of the BIPM comparison BIPM.RI(II)-K1.Cu-64 of activity measurements of the radionuclide  $^{64}\text{Cu}$  to include the 2009 results of the CMI-IIR (Czech Rep.) and the NPL (UK), the 2010 result of the LNE-LNHB (France) and the 2011 result of the ENEA-INMRI (Italy). *Metrologia*, 2013, **50**, 06021.

le  $^{134}\text{Cs}$ <sup>§</sup> et le  $^{137}\text{Cs}$ <sup>\*\*</sup>, incluant pour ce dernier les résultats de la comparaison clé associée COOMET.RI(II)-K2.Cs-137, ont été publiés dans la série des *Technical Supplements* de *Metrologia*.

Concernant les radionucléides à courte durée de vie, le rapport BIPM-2013/02<sup>††</sup>, qui décrit en détail l'instrument de transfert du SIR et présente les essais réalisés au cours de sa mise au point, a été achevé et publié. La comparaison clé BIPM.RI(II)-K4.Tc-99m ( $T_{1/2} = 6,0$  h) effectuée à l'aide de l'instrument de transfert du SIR compte deux comparaisons par an : le LNMRI-IRD, Brésil, et l'IFIN-HH, Roumanie, ont été les laboratoires participants en 2013. Les résultats des comparaisons menées en Chine, en Argentine et au Brésil ont été publiés. Le VNIIM, Fédération de Russie, est le prochain laboratoire participant prévu. Bien que l'instrument de transfert du SIR soit régulièrement transporté dans le monde entier, il reste très stable depuis 2007, avec un écart-type relatif de  $6 \times 10^{-5}$  pour le taux de comptage de la source de référence de  $^{94}\text{Nb}$ .

L'extension de l'instrument de transfert du SIR au  $^{18}\text{F}$  ( $T_{1/2} = 1,8$  h) est en cours. Des tests de stabilité et de reproductibilité ont été effectués avec succès et les simulations de Monte Carlo de la réponse de l'instrument de transfert sont en accord à  $4 \times 10^{-3}$  près avec les mesures préliminaires. Une comparaison d'essai de  $^{18}\text{F}$  sera organisée dans un laboratoire national de métrologie européen ayant déjà participé au SIR et aura pour participants l'ENEA-INMRI (Italie), le NIST (États-Unis d'Amérique), le NIM (Chine), l'ANSTO (Australie), le CNEA (Argentine), l'IFIN-HH (Roumanie), le LNMRI/IRD (Brésil) et le VNIIM (Fédération de Russie).

L'exercice d'essai de l'extension du SIR aux émetteurs de rayonnement bêta pur se poursuit. Les résultats obtenus à l'aide de la technique du rapport des coïncidences triples aux coïncidences doubles (TDCR) du BIPM concernant les ampoules soumises par les huit laboratoires participants, l'ENEA (Italie), l'IRMM (Union européenne), le LNE-LNHB (France), le NIST (États-Unis d'Amérique), le NMISA (Afrique du Sud), le NPL (Royaume-Uni), la PTB (Allemagne) et le POLATOM (Pologne) ont été évalués et comparés à ceux obtenus avec la même technique au LNE-LNHB. Les résultats de ces mesures ont été présentés avec ceux obtenus à l'aide des courbes d'efficacité universelles au cours de la réunion de la Section II du CCRI qui s'est tenue en mai 2013 au BIPM et lors de la conférence de l'ICRM qui s'est tenue en 2013 à Anvers, Belgique. La Section II du CCRI a approuvé en mai 2013 l'organisation d'un exercice à plus grande échelle couvrant le  $^3\text{H}$ , le  $^{14}\text{C}$ , le  $^{55}\text{Fe}$  et le  $^{63}\text{Ni}$ , auquel participeront 19 laboratoires nationaux de métrologie ayant exprimé leur intérêt à contribuer à ces mesures.

## 2.5. Chimie

Les domaines d'activité fondamentaux du Département de la chimie sont les comparaisons et l'équivalence internationales des étalons de gaz pour le contrôle de la qualité de l'air et la surveillance du changement climatique, ainsi que le programme de comparaisons internationales de calibrateurs primaires organiques.

Dans le domaine de la métrologie des gaz, le BIPM continue de coordonner les comparaisons d'étalons de gaz nécessaires au contrôle des gaz à effet de serre et de la qualité de l'air. Pour ce qui est des gaz à effet de serre et de leurs précurseurs, les mesures pour la comparaison clé CCQM-K82 sur le méthane dans l'air au niveau ambiant sont achevées et le projet A de rapport a été présenté au Groupe de travail

<sup>§</sup> Michotte C., *et. al.*, Update of the BIPM comparison BIPM.RI(II)-K1.Cs-134 of activity measurements of the radionuclide  $^{134}\text{Cs}$  to include the 2008 results of the BEV (Austria), the 2009 result of the IRA (Switzerland) and the 2010 results of the NMISA (South Africa). *Metrologia*, 2013, **50**, 06009.

<sup>\*\*</sup> Michotte C., *et. al.*, Update of the BIPM comparison BIPM.RI(II)-K1.Cs-137 of activity measurements of the radionuclide  $^{137}\text{Cs}$  to include the 2007 results of the VNIIM (Russia), the 2009 result of the IFIN-HH (Romania), the 2010 result of the NMISA (South Africa) and the 2011 result of the BEV (Austria). *Metrologia*, 2013, **50**, 06014.

<sup>††</sup> Michotte C., Nonis M., Bobin C., Altizoglou T. and Sibbens G., The SIRTl: a new tool developed at the BIPM for comparing activity measurements of short-lived radionuclides world-wide. *Rapport BIPM-2013/02*, 2013, 23 p.

sur l'analyse des gaz du Comité consultatif pour la quantité de matière : métrologie en chimie (CCQM). Les résultats montrent une amélioration importante par rapport à un exercice similaire organisé en 2003, les résultats soumis présentant un écart-type divisé par plus qu'un facteur dix, à un niveau inférieur à 2 nmol/mol. Ceci répond aux objectifs de qualité des données définis par le programme de veille de l'atmosphère globale de l'Organisation météorologique mondiale (OMM).

Le travail préparatoire pour la coordination de la comparaison clé CCQM-K90 d'étalons de formaldéhyde dans l'azote se poursuit : les tests de stabilité et de pureté ont été effectués avec succès en 2013 et les étalons devant être utilisés pour la comparaison de 2014 sont en préparation. Sur les deux groupes d'étalons testés, qui diffèrent par la procédure de préparation utilisée et par le traitement appliqué à la surface des cylindres, le groupe considéré comme adéquat a montré une perte linéaire de la concentration en formaldéhyde de moins de 0,2 % par mois alors que les pertes pour l'autre groupe ont atteint 2 % par mois.

Le BIPM et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ont organisé un atelier commun qui a été accueilli par le laboratoire national de métrologie néerlandais, le VSL, le 4 juin 2013. L'objectif était de comprendre l'état actuel des étalons servant à mesurer les rapports isotopiques du CO<sub>2</sub> et du CH<sub>4</sub> et leur importance pour obtenir des mesures exactes de concentration de ces gaz à effet de serre majeurs. Les conclusions de l'atelier ont été présentées lors de la 30<sup>e</sup> réunion du Groupe de travail du CCQM sur l'analyse des gaz en novembre 2013, et les propositions techniques pour mettre en œuvre la comparaison clé CCQM-K120 d'étalons de CO<sub>2</sub> dans l'air, qui sera coordonnée par le BIPM et le NIST, ont été acceptées. Les préparatifs ont commencé au BIPM afin de mettre au point les méthodes de mesure et les étalons de validation de la comparaison.

Dans le domaine des étalons de gaz pour la qualité de l'air, la comparaison clé en continu BIPM.QM-K1 d'étalons de référence mesuriers d'ozone s'est poursuivie : cinq laboratoires y ont participé en 2013. Des recommandations de l'OMM<sup>‡‡</sup> sur les mesures en continu de l'ozone dans la troposphère ont été publiées en 2013 et donnent notamment des orientations sur la traçabilité en se référant à la comparaison BIPM.QM-K1. Le travail sur les nouvelles mesures de la section efficace d'absorption de l'ozone est presque terminé, grâce à la contribution d'un chercheur associé du laboratoire national de métrologie coréen, le KRISS, pendant trois mois en 2013. Le rapport final de l'étude pilote CCQM-P110.B2 d'étalons de dioxyde d'azote a été publié et un article décrivant les mesures exactes de NO<sub>2</sub> et d'acide nitrique par étalonnage par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) à l'aide de spectres synthétiques a été publié dans *Applied Spectroscopy*<sup>§§</sup>. Cette méthode a permis d'obtenir une incertitude relative de 3,4 % pour les mesures de concentration de NO<sub>2</sub> : cette incertitude est principalement due à l'incertitude liée aux valeurs d'intensité de raie (HITRAN 2004) et à la connaissance de la longueur du chemin optique au sein de la cellule de gaz du spectromètre FTIR, et doit être comparée à l'incertitude relative de 0,4 % lorsque le spectromètre est étalonné avec des mélanges de gaz étalon.

Le programme d'analyse organique du BIPM constitue une part essentielle de la stratégie du Groupe de travail du CCQM sur l'analyse organique concernant les comparaisons démontrant les compétences clés. Un article décrivant la mise en œuvre par le BIPM de la méthode de bilan massique pour déterminer la fraction massique du composant principal d'un matériau organique de grande pureté a été publié dans *Analytical Chemistry*<sup>\*\*\*</sup>. Le rapport final de la comparaison clé CCQM-K55.c [(L)-Valine, analyse de pureté] et de l'étude pilote associée CCQM-P117.c sont en cours de préparation suite à l'approbation de la valeur de référence de la comparaison clé. Vingt-cinq laboratoires participants, qui ont utilisé soit la méthode de bilan massique, soit la résonance magnétique nucléaire quantitative, ou la combinaison des

<sup>‡‡</sup> Galbally I.E., *et al.*, Guidelines for continuous measurements of ozone in the troposphere, GAW Report No. 209, 2013, 76 pp.

<sup>§§</sup> Flores E., Viallon J., Moussay P. and Wielgosz R.L., Accurate Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectroscopy Measurements of Nitrogen Dioxide and Nitric Acid Calibrated with Synthetic Spectra, *Appl. Spectrosc.*, 2013, **67**(10), 1171-1178.

<sup>\*\*\*</sup> Westwood S., Josephs R., Choteau T., Daireaux A., Wielgosz R., Mass Balance Method for the SI Value Assignment of the Purity of Organic Compounds, *Anal. Chem.*, 2013, **85**(6), 3118-3126.

résultats des deux approches, ont soumis trente résultats afin d'évaluer la fraction massique d'un échantillon de Valine. La valeur de référence de la comparaison clé pour la fraction massique de Valine est de 992 mg/g avec une incertitude-type associée de 0,6 mg/g. Le travail de préparation des échantillons pour la comparaison CCQM-K55.d [acide folique, analyse de pureté] a commencé : les mesures de stabilité et d'homogénéité sont en cours. L'objectif est d'établir si le matériau est approprié pour la comparaison en démontrant que l'homogénéité relative entre échantillons et la stabilité des impuretés présentes dans le matériau à analyser sont inférieures à 2 % et 1 % respectivement pour tout composant présent à des niveaux supérieurs à 2 mg/g. En fonction des conclusions de ces études, il est prévu de lancer une comparaison clé et une étude pilote associée vers la fin de 2014. Les activités sur l'analyse de pureté de molécules organiques de grande taille ont progressé de façon significative avec l'achèvement des mesures d'angiotensine I pure, dans le cadre d'une collaboration entre le BIPM et le NIST concernant la préparation de futures comparaisons clés dans ce domaine, ainsi qu'avec la publication dans *Analytical and Bioanalytical Chemistry* d'un article sur les méthodes mises au point<sup>†††</sup>. Le travail sur les études de pureté de l'insuline est également pratiquement terminé ; la première comparaison clé du CCQM sur l'analyse de pureté d'un peptide, CCQM-K115, sera coordonnée par le BIPM en collaboration avec le laboratoire national de métrologie chinois, le NIM. Ming Li a été détaché du NIM au BIPM afin de travailler sur la mise au point de la méthode de mesure et sur la détermination des caractéristiques du matériau à analyser pour la préparation de cette comparaison clé.

Un rapport sur le Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (JCTLM) est présenté au point 4.3.2 du présent rapport.

## 2.6. Comparaisons

En 2013, on compte 27 comparaisons coordonnées par le BIPM et 170 participations de laboratoires nationaux de métrologie.

### 2.6.1. Masses

Comparaison	Description	Nombre de participants
<u>CCM.M-K4</u>	Comparaison d'étalons de masse de 1 kg en acier inoxydable	16

### 2.6.2. Temps

Le Département du temps pilote la comparaison clé CCTF-K001.UTC, dont les résultats sont publiés chaque mois dans la *Circulaire T*. En 2013, 12 comparaisons clés (une chaque mois) ont été réalisées, incluant 73 participants depuis novembre.

Comparaison	Description	Nombre de participants
<u>CCTF-K001.UTC</u>	Calcul de l'échelle de temps de référence UTC	73

<sup>†††</sup> Stoppacher N., Josephs R.D., Dairea A., Choteau T., Westwood S.W., Wielgosz R.I., Impurity identification and determination for the peptide hormone angiotensin I by liquid chromatography-high-resolution tandem mass spectrometry and the metrological impact on value assignments by amino acid analysis, *Anal. Bioanal. Chem.*, 2013, **405**(25), 8039-8051.

## 2.6.3. Électricité

Comparaison	Description	Nombre de participants
<u>BIPM.EM-K10</u>	Tension en courant continu, étalons de Josephson : (a) 1,018 V ; (b) 10 V	1
<u>BIPM.EM-K11</u>	Tension en courant continu, diodes de Zener : (a) 1,018 V ; (b) 10 V	3
<u>BIPM.EM-K12</u>	Étalons de résistance à effet Hall quantique et transfert à d'autres valeurs de résistances	1
<u>BIPM.EM-K13</u>	Comparaison d'étalons de résistance : (a) 1 $\Omega$ ; (b) 10 k $\Omega$	4
<u>BIPM.EM-K14</u>	Comparaison d'étalons de capacité : (a) 10 pF ; (b) 100 pF	0
<b>Total</b>		<b>9</b>

## 2.6.4. Rayonnements ionisants

En 2013, le Département des rayonnements ionisants a conduit 13 comparaisons bilatérales dans le cadre des comparaisons en continu qu'il organise.

Comparaison	Description	Nombre de participants
<u>BIPM.RI(I)-K1</u>	Mesure du kerma dans l'air pour le $^{60}\text{Co}$ dans les faisceaux de rayonnement gamma	1
<u>BIPM.RI(I)-K4</u>	Mesure de la dose absorbée dans l'eau pour le $^{60}\text{Co}$ dans les faisceaux de rayonnement gamma	2
<u>BIPM.RI(I)-K6</u>	Mesure de la dose absorbée dans l'eau dans les faisceaux aux hautes énergies	1 (hors site : NPL)
<u>BIPM.RI(II)-K1.Co-57</u>	Activité du radionucléide $^{57}\text{Co}$	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Fe-59</u>	Activité du radionucléide $^{59}\text{Fe}$	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Cd-109</u>	Activité du radionucléide $^{109}\text{Cd}$	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Cs-137</u>	Activité du radionucléide $^{137}\text{Cs}$	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Ho-166m</u>	Activité du radionucléide $^{166\text{m}}\text{Ho}$	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Lu-177</u>	Activité du radionucléide $^{177}\text{Lu}$	1

<u>BIPM.RI(II)-K1.Rn-222</u>	Activité du radionucléide $^{222}\text{Rn}$	1
<u>BIPM.RI(II)-K4.Tc-99m</u>	Activité du radionucléide $^{99\text{m}}\text{Tc}$ à l'aide de l'instrument de transfert du SIR	2 (hors site : LNMRI, IFIN-HH)
<b>Total</b>		<b>13</b>

### 2.6.5. Chimie

En 2013, le Département de la chimie a coordonné trois comparaisons clés et deux études pilotes. Pour plus de clarté, distinction est faite ci-après entre les mesures achevées en 2013 et celles dont le rapport est en préparation.

Le département a également entrepris un travail de préparation et de validation pour quatre autres comparaisons prévues en 2014-2015.

Le BIPM a coordonné les comparaisons suivantes dont les mesures ont été effectuées en 2013 :

Comparaison	Description	Statut en 2013	Nombre de participants
<u>BIPM.QM-K1</u>	Ozone, niveau ambiant	Mesures achevées, rapports publiés	5
<u>CCQM-K82</u>	Méthane dans l'air (niveau ambiant)	Mesures achevées, projet B de rapport en préparation	16
<b>Total</b>			<b>21</b>

Le BIPM a coordonné les comparaisons suivantes dont les rapports étaient en cours de préparation en 2013 :

Comparaison	Description	Statut en 2013	Nombre de participants
<u>CCQM-K55.c</u>	L-Valine : analyse de pureté	Valeur de référence de la comparaison clé approuvée, rapports finaux en préparation	19
<u>CCQM-P117c</u>			10
<u>CCQM-P110-B2</u>	Dioxyde d'azote (10 $\mu\text{mol/mol}$ ), étude par spectroscopie	Résultats publiés dans un <i>Technical Supplement</i> de <i>Metrologia</i>	9
<b>Total</b>			<b>38</b>

Le BIPM coordonne les comparaisons suivantes pour lesquelles un travail de préparation et de validation a commencé :

Comparaison	Description	Statut en 2013	Nombre de participants
<u>CCQM-K90</u>	Formaldéhyde dans l'azote	Études de la stabilité des étalons de transfert	
CCQM-K55.d	Acide folique : analyse de pureté	Mesures d'homogénéité et de stabilité du matériau en cours	
CCQM-K115	Pureté du peptide C	Mise au point de la méthode en cours	
CCQM-K120	CO <sub>2</sub> dans l'air	Étalons et équipements de validation en cours de développement	

## 2.7. Étalonnages

Au total, 77 certificats et 4 notes d'étude ont été délivrés en 2013. La liste complète des certificats est annexée au présent rapport (Annexe 2).

## 3. Le CIPM MRA

### 3.1. Nouveaux signataires du CIPM MRA

En 2013, les organismes suivants ont signé le CIPM MRA :

- Instituto Nacional de Metrología (INM), Colombie, le 15 mai 2013 ;
- Mongolian Agency for Standardization and Metrology (MASM), Mongolie, le 23 octobre 2013.

### 3.2. La base de données du BIPM sur les comparaisons clés, KCDB

Des rapports semestriels sur les activités de la KCDB sont disponibles sur le site internet du BIPM à l'adresse <http://www.bipm.org/jsp/en/ViewKCDBReport.jsp>. Les lecteurs sont invités à consulter ces rapports afin d'obtenir des informations détaillées sur les comparaisons clés et supplémentaires ainsi que sur les ensembles approuvés de CMCs publiés dans la KCDB.

#### 3.2.1. Contenu de la KCDB

##### 3.2.1.1. Comparaisons clés et supplémentaires

Au 11 décembre 2013, la KCDB comptait 864 comparaisons clés (86 conduites par le BIPM, 427 par les Comités consultatifs et 351 par les organisations régionales de métrologie) et 374 comparaisons



supplémentaires. Au total, 45 nouvelles comparaisons clés et 46 nouvelles comparaisons supplémentaires ont été enregistrées au cours de 2013, ce qui est comparable à 2012.

Des graphiques à jour illustrant la participation aux comparaisons clés et supplémentaires ont été mis en ligne sur la page « La KCDB en chiffres » du site de la KCDB, le 18 novembre 2013.

Au 11 décembre 2013 figuraient parmi les 864 comparaisons clés enregistrées :

- 88 comparaisons clés qui correspondent à des exercices antérieurs à l'entrée en vigueur du CIPM MRA, et dont les résultats ne seront jamais publiés dans la KCDB ; ces comparaisons clés ont reçu le statut « Approuvées pour l'équivalence provisoire » ;
- 77 comparaisons clés en continu du BIPM, parmi les 86 existantes, dont des résultats ont déjà été publiés dans la KCDB ;
- 436 comparaisons clés des Comités consultatifs et des organisations régionales de métrologie dont le rapport final est approuvé et disponible sur le site de la KCDB, accompagné des résultats numériques et graphiques correspondants.

La KCDB contenait environ 2 120 graphiques d'équivalence au 11 décembre 2013.

Les résultats de 193 comparaisons clés d'organisations régionales de métrologie, dont une conduite par le Système intra-africain de métrologie (AFRIMETS), 66 par l'Asia Pacific Metrology Programme (APMP), 26 par la Coopération métrologique entre les États d'Europe centrale (COOMET), 82 par l'European Association of National Metrology Institutes (EURAMET), et 18 par le Sistema Interamericano de Metrología (SIM), ont été publiés dans la KCDB ; des calculs de liens ont aussi été réalisés pour 57 comparaisons clés bilatérales subséquentes à des comparaisons clés de Comités consultatifs, ce qui a permis d'ajouter leurs résultats aux graphiques d'équivalence appropriés. Il existe désormais dans la KCDB une douzaine d'exemples de familles de sept ou huit comparaisons clés (ainsi qu'un cas de neuf comparaisons clés) liées ensemble, ce qui prouve le succès du système mis en place.

Les rapports finaux de 209 comparaisons supplémentaires, parmi les 374 enregistrées, étaient également publiés sur le site de la KCDB au 11 décembre 2013.

Au total, 65 % des comparaisons enregistrées dans la KCDB étaient terminées et leur rapport final publié dans la KCDB ; les rapports finaux de ces comparaisons sont généralement publiés dans un *Technical Supplement de Metrologia*. Ce pourcentage reste stable depuis plusieurs années.

### 3.2.1.2. Aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages – CMCs

Au 11 décembre 2013, la KCDB contenait un total de 24 473 CMCs, parmi lesquelles : 14 901 en physique générale, 3 956 dans le domaine des rayonnements ionisants, et 5 616 en chimie. Le nombre total de CMCs a baissé d'environ 1 000 CMCs par rapport à la même période en 2012. C'est la première fois en huit ans que le nombre de CMCs diminue, bien que près de 600 nouvelles CMCs aient été approuvées et publiées au cours des douze derniers mois. Cette baisse est due à la rationalisation des CMCs en électricité et magnétisme effectuée par l'EURAMET.

Lors de sa réunion de mars 2013, le CCEM a fortement encouragé les laboratoires nationaux de métrologie et les organisations régionales de métrologie à tout mettre en œuvre afin de regrouper les CMCs qui couvrent la même grandeur sur différents intervalles de valeurs mesurés à l'aide de méthodes ou instruments divers, l'objectif étant de créer une unique CMC (ou un nombre très limité de CMCs) pour chaque « sous-catégorie » de la classification des services en électricité et magnétisme.

L'EURAMET a suivi ce processus et a établi pour chaque CMC de large portée des tableaux d'incertitudes.

Les CMCs de l'EURAMET ont été publiées dans la KCDB le 13 août 2013 après réorganisation et reformatage selon les directives du CCEM. Il en résulte les points suivants :

- Le nombre de CMCs en électricité et magnétisme de l'EURAMET a presque été réduit de moitié (passant ainsi de 3 435 à 1 821).
- La KCDB a de ce fait « perdu » plus de 1 600 CMCs (6,7 % du nombre total de CMCs) en électricité et magnétisme.
- Près d'un tiers des CMCs en électricité et magnétisme de l'EURAMET sont désormais décrites à l'aide de tableaux d'incertitudes. Ces tableaux sont désormais au nombre de 650 et comprennent environ 26 000 valeurs d'incertitude.

Pour conclure, les fichiers de CMCs en électricité et magnétisme de l'EURAMET sont à présent plus faciles à gérer, réviser et publier. Par ailleurs, les utilisateurs de la KCDB ont accès à des données plus détaillées qui sont désormais regroupées en tableaux plus clairs, faciles à comparer.

Les premiers ensembles de CMCs déclaré par les laboratoires de l'Albanie (7 CMCs en étalonnage de masse) ont été enregistrés dans la KCDB le 5 avril 2013, ceux déclarés par les laboratoires de l'ex-République yougoslave de Macédoine (6 CMCs en débit de fluides) le 2 juillet 2013, et ceux déclarés par les laboratoires de la République de Moldavie (40 CMCs en thermométrie) le 26 septembre 2013.

Au 11 décembre 2013, tous les Associés qui participent aux activités du CIPM MRA avaient au moins un de leurs laboratoires de métrologie inscrit en tant que participant à une comparaison clé ou supplémentaire, alors que seulement 19 Associés sur 38 disposaient de CMCs publiées dans la KCDB.

Au 11 décembre 2013, 216 CMCs avaient été temporairement retirées de la KCDB, ce qui est considéré comme un chiffre faible par rapport au nombre total de CMCs enregistrées dans la KCDB.

La répartition des CMCs publiées dans la KCDB, par domaine de métrologie et par pays, ainsi que la situation des CMCs temporairement retirées de la KCDB, sont disponibles en temps réel sur la page « La KCDB en chiffres » de la KCDB. L'historique des CMCs publiées dans la KCDB (et de celles retirées temporairement ou réinsérées) est conservé dans un fichier Excel disponible dans la section en accès restreint du site internet du Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM (JCRB) sur les CMCs. Suite à la demande du JCRB à sa 24<sup>e</sup> réunion, la date du retrait temporaire des CMCs est désormais incluse dans ce fichier.

### 3.2.2. Visites du site de la KCDB

Selon les statistiques de connexion pour l'année 2013, le nombre moyen de visites mensuelles était de 10 300 et le nombre moyen de pages internet de la KCDB consultées chaque mois de 100 000. Ces chiffres étaient respectivement de 9 200 et 124 000 pour l'année 2012.

Conformément à une recommandation formulée par le JCRB lors de sa 31<sup>e</sup> réunion organisée en septembre 2013, une réflexion a été menée sur la façon d'obtenir des informations sur les visiteurs du site de la KCDB. Il a été proposé de lancer une étude (limitée à une période de deux ou trois mois au début de 2014) qui prendra la forme d'une fenêtre pop-up demandant à chaque visiteur de fournir des informations permettant de savoir qui il est.

### 3.2.3. Le système de la KCDB

Le système d'administration permettant de créer les pages HTML de résultats de comparaisons clés est en place depuis l'année 2000 et fonctionnait correctement sous Microsoft Internet Explorer uniquement. Ce système est devenu obsolète lors de la sortie de la version 10 d'Internet Explorer. Le prestataire chargé de la maintenance de la programmation du système de la KCDB (sous contrat avec le BIPM) a mis au point un nouvel outil plus flexible, fondé sur un logiciel libre, supportant les versions les plus récentes des navigateurs internet.

### 3.3. Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM (JCRB)

Deux réunions du JCRB, ainsi qu'un atelier sur les meilleures pratiques d'examen des CMCs, ont été organisés en 2013 :

- la 30<sup>e</sup> réunion du JCRB s'est tenue au siège du BIPM, les 19 et 20 mars 2013 ;
- la 31<sup>e</sup> réunion du JCRB s'est tenue à Beijing, Chine, les 18 et 19 septembre 2013 ;
- l'atelier intitulé « Best Practices in CMC Reviews » s'est tenu au siège du BIPM, les 18 et 19 mars 2013.

L'atelier sur les meilleures pratiques en matière d'examen des CMCs a été un succès. Chaque organisation régionale de métrologie ou Comité consultatif avait préparé et fait circuler un document, également présenté lors de l'atelier, décrivant comment améliorer l'efficacité des examens interrégionaux de CMCs. Ces documents, ainsi que les présentations données par des représentants d'organisations régionales de métrologie ou de Comités consultatifs, ont servi de base aux discussions. Les conclusions de l'atelier ont été immédiatement discutées par le JCRB lors de sa 30<sup>e</sup> réunion et une série d'actions, de recommandations et de résolutions ont été adoptées.

La Résolution 30/1 du JCRB concernant la réduction des délais existants pour l'examen interrégional des CMCs supposait de réviser le document d'orientation CIPM MRA-D-04 et d'apporter des changements au site du JCRB concernant l'examen des CMCs. Ces changements ont été apportés au début du mois d'août 2013.

Il a été proposé, lors de la 31<sup>e</sup> réunion du JCRB, d'ajouter une nouvelle section au document CIPM MRA D-04, à savoir la section 12 « Greying-out of published CMCs » (Retrait temporaire de CMCs publiées), qui a été rédigée en réponse à l'Action 30/1 adoptée par le JCRB lors de sa 30<sup>e</sup> réunion.

Le JCRB a par ailleurs discuté du projet de document de l'EURAMET intitulé « Towards a sustainable CIPM MRA » lors de sa 31<sup>e</sup> réunion et a décidé de demander aux autres organisations régionales de métrologie de contribuer au développement de ce document qui constituera un document de travail pour l'examen du CIPM MRA.

Concernant la désignation de laboratoires, un nouveau document (en deux parties), préparé à partir de l'ancien formulaire de désignation « Request for Designation Information », a été présenté lors de la 31<sup>e</sup> réunion du JCRB : la première partie fournit des informations sur le rôle et les obligations des laboratoires désignés, la seconde partie est le formulaire de désignation révisé qui permet de garantir que suffisamment d'informations sont recueillies lors du processus de désignation. Le formulaire comprend de nouvelles notes importantes afin d'éviter toute ambiguïté concernant le domaine de désignation. Le JCRB a apporté son soutien à cette nouvelle approche. L'objectif des changements effectués est de s'assurer que les laboratoires comprennent les obligations et responsabilités qui leur incombent dans le cadre du CIPM MRA lorsqu'ils deviennent des laboratoires désignés.

#### **4. RELATIONS AVEC D'AUTRES ORGANISATIONS INTERGOUVERNEMENTALES ET AVEC DES ORGANISMES INTERNATIONAUX ET PROMOTION DE LA CONVENTION DU MÈTRE**

##### **4.1. Nouveaux États Membres et nouveaux Associés à la CGPM**

À la fin de 2013, on comptait 56 États Parties à la Convention du Mètre et 38 Associés à la CGPM.

La République de Colombie a accédé à la Convention du Mètre le 6 février 2013, et la République d'Irak le 20 août 2013. Par ailleurs, la Mongolie est devenue Associée à la CGPM le 7 août 2013.

##### **4.2. Collaboration avec d'autres organisations intergouvernementales et avec des organismes internationaux**

Le Département des relations internationales et de la communication a pour rôle de promouvoir la métrologie auprès de la communauté scientifique, de l'industrie et du grand public. Il accomplit sa mission en collaborant avec d'autres organisations intergouvernementales et organismes internationaux et en participant à des forums internationaux. Le BIPM entretient des relations continues et interagit de façon significative avec plus d'une trentaine d'autres organisations intergouvernementales et organismes internationaux, et fournit ou partage avec ceux-ci des données liées au SI et à la comparabilité internationale des mesures. Ces collaborations sont à la fois institutionnelles et techniques. L'année 2013 a été une année ordinaire : les membres du personnel du BIPM ont voyagé à près de 120 occasions, ce qui équivaut à plus d'une année homme de travail, afin de partager leurs connaissances dans le domaine de la métrologie avec des organisations et avec des laboratoires nationaux de métrologie.

Les principales activités de collaboration se font avec des organisations intergouvernementales, telles que l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML), l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS), et avec des organismes internationaux, tels que l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) et l'Organisation internationale de normalisation (ISO). Ce travail de coopération consiste aussi bien en des discussions de haut niveau qu'à la participation à des groupes de travail spécifiques mais l'objectif demeure identique : promouvoir l'importance et la comparabilité des mesures, ainsi que le Système international d'unités (SI), et assurer l'utilisation appropriée de la métrologie et de son infrastructure internationale.

Un travail considérable a été entrepris en 2013 afin de définir la stratégie générale du BIPM et étayer le développement des prochains programmes de travail du BIPM. Ce travail repose sur un important exercice d'élaboration de la stratégie qui a été effectué par chacun des Comités consultatifs et qui a été coordonné par le BIPM. Les Comités consultatifs ont ainsi identifié quels étaient leurs parties prenantes, ce qui permettra au BIPM de s'assurer qu'il utilise de façon optimale ses ressources en matière de collaboration internationale. Outre les organisations et organismes cités ci-dessus, les membres du personnel du BIPM sont en relation avec l'Agence mondiale antidopage (AMA), la Commission du Codex Alimentarius, la Commission internationale de l'éclairage (CIE), l'International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU), l'International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), le Service international de la rotation terrestre et des systèmes de référence (IERS) et l'Union astronomique internationale (UAI).

En 2013, les faits majeurs ont été les suivants :

- L'Organisation mondiale du commerce (OMC) ayant décidé, fin 2012, d'accorder au BIPM le statut d'observateur *ad hoc*, le BIPM a participé à deux des trois réunions du Comité sur les obstacles techniques au commerce de l'OMC organisées en 2013. Ces réunions ont permis au BIPM de

souligner l'existence, l'importance et la valeur de l'infrastructure métrologique internationale pour le commerce et de présenter un compte rendu à la communauté travaillant à la facilitation des échanges.

- Le BIPM a participé au Groupe de travail de l'ILAC dont la mission était de réviser le document de politique de l'ILAC sur l'incertitude dans les résultats d'étalonnage qui a désormais été publié (document ILAC-P14:01/2013 « Uncertainty in Calibration »).
- Le CIPM ayant l'intention d'encourager une perspective stratégique plus forte a décidé d'identifier un ou deux « grands défis métrologiques » transversaux en considérant les possibilités de coopération avec l'ILAC, l'ISO et l'OIML, ainsi qu'avec d'autres organisations internationales ayant des missions complémentaires de celles du BIPM. Le CIPM demandera ainsi aux présidents des Comités consultatifs d'évaluer les implications de ces grands défis sur leur stratégie et leurs programmes à venir dans la perspective d'un atelier qui sera organisé au début de 2015.
- Un certain nombre d'ateliers de haut niveau ont été organisés en collaboration avec des organisations internationales, notamment avec l'AIEA et avec l'Union internationale des télécommunications (UIT) (voir section 5.2 pour plus de détails).
- En avril 2013, David Burns du Département des rayonnements ionisants est devenu membre du Comité scientifique du réseau de laboratoires secondaires d'étalonnage en dosimétrie commun à l'AIEA et à l'OMS au sein duquel il représente le BIPM. Le SSC est un groupe consultatif permanent qui a été établi en 1986 afin de conseiller sur le plan technique les directeurs généraux de l'AIEA et de l'OMS sur le programme de travail du réseau de laboratoires secondaires d'étalonnage en dosimétrie, et afin d'examiner le programme de dosimétrie de l'AIEA et formuler des recommandations. Le Comité scientifique se réunit tous les deux ans au siège de l'AIEA à Vienne, Autriche ; sa prochaine réunion est prévue en mars 2014.
- En assistant aux réunions du réseau DCMAS (métrologie, accréditation et normalisation dans les pays en développement), le BIPM participe aux discussions sur les besoins en matière d'infrastructure technique des pays en développement et sur le soutien qui peut leur être apporté. En 2013, le réseau DCMAS s'est en particulier attaché à sécuriser le soutien continu de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) vis-à-vis de l'AFRIMETS.
- La Journée mondiale de la métrologie, événement annuel célébré chaque 20 mai afin de commémorer la signature de la Convention du Mètre en 1875, a eu pour thème en 2013 « Les mesures dans la vie quotidienne », un sujet de grande envergure qui concerne tout un chacun en d'innombrables situations et qui met en lumière l'omniprésence de la métrologie. La Journée mondiale de la métrologie de 2013 a été particulièrement réussie, avec 49 000 visites sur le site internet le 20 mai, et un total de 171 000 visites pour tout le mois de mai, ce qui correspond à plus du double de visites par rapport à 2012. La Journée mondiale de la métrologie est organisée conjointement par le BIPM et l'OIML : elle consiste en un site internet dédié (<http://www.worldmetrologyday.org>), un poster, un communiqué de presse, un message commun des directeurs du BIPM et du Bureau international de métrologie légale (BIML), ainsi que des événements organisés par les laboratoires nationaux de métrologie afin de promouvoir la métrologie. De plus amples détails sur les 33 événements organisés sont disponibles sur le site internet dédié. En 2013, le poster a été préparé, en version anglaise et française, avec le soutien du laboratoire national de métrologie turc, TUBITAK/UME. Les participants ont par ailleurs traduit le poster dans 14 autres langues. Certains laboratoires nationaux de métrologie ont mis des vidéos en ligne afin de promouvoir la Journée mondiale de la métrologie : ces vidéos gagnent en popularité et sont disponibles sur le site internet dédié <http://www.worldmetrologyday.org/links.html>. En plus de la Journée mondiale de la métrologie, le BIPM et le BIML collaborent de façon régulière, tout au long de l'année, sur un certain nombre de sujets techniques et institutionnels.

### 4.3. Comités communs

#### 4.3.1. Comité commun pour les guides en métrologie (JCGM)

Le JCGM s'est réuni au siège du BIPM le 4 décembre 2013 pour sa session plénière annuelle. En l'absence de l'International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC) et de la Commission électrotechnique internationale (CEI), six des huit organisations membres étaient représentées. Le Groupe de travail 1 du JCGM sur le Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM) et le Groupe de travail 2 du JCGM sur le Vocabulaire international de métrologie (VIM) ont présenté le rapport de leurs activités.

Le sujet principal du rapport du Groupe de travail 1 concerne la révision du GUM, projet auquel a été donnée la plus haute priorité. Le Groupe de travail 1 a publié un article sur les fondements de cette révision (*Metrologia*, 2012, **49**, 702). En accord avec le BIPM, le Groupe de travail 1 organisera un atelier au siège du BIPM afin de permettre aux spécialistes de partager leurs points de vue lors d'une discussion ouverte. Cet atelier est prévu pour le premier semestre de 2015, une fois que le premier projet de révision du GUM aura été circulé.

En 2013, les activités du Groupe de travail 2 se sont principalement concentrées sur deux thèmes :

- réfléchir à la demande du JCGM quant à la mise en œuvre d'un vocabulaire pour les propriétés qualitatives ;
- poursuivre le développement de projets d'annotations afin de créer une éventuelle version annotée de la 3<sup>e</sup> édition du VIM (VIM3).

Le Groupe de travail 2 est d'avis que l'élaboration d'un vocabulaire couvrant uniquement les propriétés qualitatives ne constituait pas la meilleure solution pour les communautés des sciences et des technologies et qu'il serait préférable de développer un vocabulaire « consolidé » (à savoir la 4<sup>e</sup> édition du VIM) qui comprendrait le concept classique de « mesure » ainsi que d'autres concepts, tels que « examen », « identification », « classification » et « ordre », associés aux propriétés qualitatives et ordinales. D'autre part, le Groupe de travail 2 a rédigé neuf projets d'annotations pour le VIM3 afin de tester la faisabilité d'un tel système.

Le Groupe de travail 2 a conclu ses activités de 2013 en élaborant un plan de travail modifié qui sera soumis au JCGM pour approbation formelle. Il y est proposé de préparer une 4<sup>e</sup> édition du VIM (VIM4) dont le domaine d'application serait élargi afin de couvrir un nombre limité de concepts liés aux propriétés qualitatives. Le Groupe de travail 2 a défini un ensemble non-contradictoire et faisant consensus de principes génériques et spécifiques afin de disposer d'orientations pour la rédaction du VIM4. Il est toutefois convenu que le langage utilisé pour les définitions, les notes et les exemples du VIM4 sera plus accessible aux lecteurs que dans le VIM3, et que des outils fondateurs, comme les schémas conceptuels, seront conservés dans un document séparé.

Les annotations du VIM3 donneront des explications informatives pour certaines définitions, certaines notes ou certains exemples du VIM3. Une annotation pourra également proposer une définition équivalente simplifiée lorsque la définition du VIM3 est rendue complexe par l'utilisation du terme primaire plutôt que de l'un des termes secondaires possibles pour désigner un concept donné. Une procédure a été mise en place au sein du Groupe de travail 2 afin de gérer les fichiers Word de référence contenant les annotations, ainsi que la version HTML de référence qui serait placée sur un site internet à accès libre, sous le titre « Le VIM3 annoté ».

Après discussion, le JCGM a décidé :

- que le document concernant la proposition de plan de travail modifié du Groupe de travail 2 du JCGM serait révisé pour la fin de 2013 afin d'inclure un calendrier pour le VIM4 et afin de clarifier

ce que recouvre l'expression « annotations au VIM3 » (le JCGM demandera ensuite à ses organisations membres de faire des commentaires sur cette version révisée pour la fin février 2014) ;

- que le fichier de référence de la version électronique annotée du VIM3 (au format HTML) serait hébergé par le BIPM sur les pages internet du JCGM, avec une première publication prévue en juin 2014.

Le JCGM a formellement décidé de confier sa présidence au BIPM pour la période 2014-2016<sup>+++</sup>.

#### 4.3.2. Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (JCTLM)

La réunion annuelle des groupes de travail du JCTLM s'est tenue au siège du BIPM le 3 décembre 2013. Elle a été suivie, les 4 et 5 décembre 2013, d'une réunion des membres et parties prenantes du JCTLM regroupant 70 participants venant de l'industrie du diagnostic *in vitro*, de la communauté de la chimie clinique et de la médecine de laboratoire. La première session de la réunion a porté sur l'impact des systèmes de mesure de référence sur les données cliniques, la deuxième session sur la commutabilité, et la dernière sur les activités actuelles et à venir du JCTLM. La 12<sup>e</sup> réunion du Comité exécutif du JCTLM a été organisée au siège du BIPM le 6 décembre 2013.

Le texte révisé de la Déclaration de coopération entre le CIPM, l'International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC) et l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), ainsi que ses annexes III et IV, ont été approuvés par les trois organisations et publiés sur la partie du site internet du BIPM consacrée au JCTLM. Les amendements apportés au texte sont en ligne avec les procédures d'examen actuellement utilisées par le JCTLM et avec la révision des normes harmonisées (ISO 15194 et ISO 15193 concernant les matériaux de référence certifiés et les procédures de mesure de référence) au titre de la directive européenne relative aux dispositifs médicaux de diagnostic *in vitro*. En outre, une déclaration sur les obligations des organisations membres du JCTLM est incluse à l'annexe IV.

En mars 2013, les matériaux de référence et méthodes de mesure du Cycle 9 du Groupe de travail 1 et les services de mesure de référence fournis par les laboratoires du Cycle 7 du Groupe de travail 2, approuvés par le Comité exécutif lors de sa 11<sup>e</sup> réunion annuelle organisée en décembre 2012, ont été publiés dans la base de données du JCTLM.

En décembre 2013, la base de données du JCTLM comprenait :

- 299 matériaux de référence certifiés, disponibles et couvrant onze catégories de substances. Parmi ces matériaux de référence, 33 sont actuellement inclus dans la Liste II (matériaux de référence dont la valeur a été assignée conformément à des protocoles reconnus au niveau international), et trois dans la Liste III (matériaux de référence pour les propriétés qualitatives) ;
- 156 méthodes ou procédures de mesure de référence applicables à environ 80 substances différentes appartenant à huit catégories ;
- 92 services de mesure de référence fournis par neuf laboratoires de référence et deux laboratoires nationaux de métrologie de cinq pays, et couvrant six catégories de substances.

L'appel à propositions pour le Cycle 10 du Groupe de travail 1 concernant les matériaux de référence de rang hiérarchique supérieur et les méthodes ou procédures de mesure de référence, et l'appel à

---

<sup>+++</sup> La présidence du JCGM est confiée à l'une de ses organisations membres pour un mandat renouvelable de trois ans. Le BIPM a toujours été choisi pour présider le JCGM, ce qui permet d'assurer la continuité des travaux et garantit que le directeur du BIPM présidera les réunions à venir du JCGM. Le BIPM assure par ailleurs le secrétariat du JCGM et maintient les pages internet de son site consacrées au JCGM.

propositions pour le Cycle 8 du Groupe de travail 2 concernant les services de mesure de référence fournis par les laboratoires ont été annoncés sur le site internet du JCTLM en janvier 2013 ; un courriel a par ailleurs été envoyé à ce sujet à près de 350 contributeurs potentiels. En juillet 2013, 58 propositions de matériaux, 12 de procédures et 12 de services avaient été reçues ; ces propositions ont été envoyées aux groupes d'examen afin d'être évaluées.

Le Groupe de travail 2 du comité technique ISO/TC 212 sur les systèmes de mesure de référence pour la médecine de laboratoire révisé actuellement deux normes (ISO 17511 et ISO 15195) qui revêtent une importance particulière pour les procédures du JCTLM ; le BIPM, en tant qu'organisation de liaison de catégorie A de l'ISO/TC 212, a participé activement à ce travail.

## **5. RÉUNIONS ET ATELIERS AU SIÈGE DU BIPM**

### **5.1. Réunion des représentants des États Membres et des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie**

23-24 octobre 2013

Cette réunion, qui comptait cent participants, a permis de présenter le travail effectué par le BIPM et le CIPM concernant les questions de gouvernance, notamment la procédure révisée d'élection du CIPM, l'examen de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM ainsi que celui des conditions d'emploi des membres du personnel du BIPM.

La stratégie du BIPM et le processus de planification consolidée, ainsi que le document « Mission, Rôle et Objectifs du BIPM » et le plan financier à long terme du BIPM, ont également fait l'objet d'une présentation. Les discussions ont porté sur la stratégie du BIPM concernant son programme de travail, ainsi que sur les activités clés proposées pour 2016-2019. La préparation de la 25<sup>e</sup> réunion de la CGPM a été exposée et les propositions d'examen du CIPM MRA ont été discutées.

D'autres communications ont été données sur : les avancées concernant la redéfinition du kilogramme et la rationalisation du fonctionnement du Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM), les progrès effectués concernant le nouvel SI selon la perspective de la CODATA, ainsi que la coopération internationale dans le cadre des projets de recherche européens EMRP et EMPIR.

Les quatre points essentiels qui sont ressortis de cette réunion ont été les suivants :

- il est nécessaire de procéder à un examen de l'efficacité et de l'efficience du CIPM MRA,
- le calendrier des réunions du CIPM et de la réunion des représentants des États Membres et des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie pour 2014 doit être finalisé,
- le Projet de résolution « Sur l'élection du Comité international des poids et mesures » doit être réexaminé,
- il a été demandé au CIPM de réfléchir à la composition et aux termes de référence de la réunion préparatoire sur la dotation du BIPM qui se tiendra lors de la journée préparatoire à la 25<sup>e</sup> réunion de la CGPM.



## 5.2. Ateliers organisés en 2013

### Atelier sur les meilleures pratiques en matière d'examen des CMCs (siège du BIPM)

18 et 19 mars 2013

Chaque organisation régionale de métrologie ou Comité consultatif avait préparé et fait circuler, en amont de l'atelier, un document décrivant comment améliorer l'efficacité des examens interrégionaux de CMCs. Les différents documents, ainsi que d'autres présentations données par des représentants de Comités consultatifs, ont servi de base aux discussions. Les conclusions de l'atelier ont été présentées au JCRB qui les a examinées et qui a ainsi adopté une série de résolutions, de recommandations et d'actions visant à améliorer le processus d'examen des CMCs.

### 20 ans du CCQM : avancées, impact, enseignements et enjeux pour l'avenir (siège du BIPM)

17 avril 2013

L'atelier a souligné les progrès remarquables effectués dans le domaine de la métrologie en chimie sous la présidence du CCQM de R. Kaarls.

### Atelier commun au BIPM et à l'AIEA sur les gaz étalons pour les isotopes stables du méthane et du dioxyde de carbone (VSL, Pays-Bas)

4 juin 2013

Suite à la signature d'un protocole d'accord entre le BIPM et l'AIEA en 2012, le BIPM et l'AIEA ont organisé un atelier commun, qui a été accueilli par le VSL, Pays-Bas. L'objectif de l'atelier était de comprendre l'état actuel des étalons servant à mesurer les rapports isotopiques du CO<sub>2</sub> et du CH<sub>4</sub> et leur importance pour obtenir des mesures exactes de concentration de ces gaz à effet de serre majeurs. Les conclusions de l'atelier ont été présentées lors de la 30<sup>e</sup> réunion du Groupe de travail du CCQM sur l'analyse des gaz en novembre 2013, et les propositions techniques pour mettre en œuvre la comparaison clé CCQM-K120 d'étalons de CO<sub>2</sub> dans l'air, qui sera coordonnée par le BIPM et le NIST, ont été acceptées. Les préparatifs ont commencé au BIPM afin de mettre au point les méthodes de mesure et les étalons de validation de la comparaison.

### Atelier du BIPM et de l'UIT sur l'avenir de l'échelle de temps internationale (siège de l'UIT, Genève, Suisse)

19 et 20 septembre 2013

L'atelier a été conjointement organisé par le BIPM et l'Union internationale des télécommunications (UIT) afin d'établir une coopération plus étroite sur les questions posées par la redéfinition proposée de l'UTC sans seconde intercalaire.

L'atelier a permis de recueillir toutes les informations disponibles sur les systèmes actuellement utilisés et faisant l'objet de débats (c'est-à-dire les étalons de temps et de fréquence, leurs sources et caractéristiques, les échelles de temps, les systèmes de dissémination) et de préciser quelles étaient les diverses opinions concernant l'avenir du Temps universel coordonné (UTC). L'atelier était initialement destiné aux membres du personnel technique et d'encadrement des autorités nationales en matière de radiocommunication impliqués dans la préparation de la Conférence mondiale des radiocommunications qui aura lieu en 2015. Au cours de l'atelier, seize présentations invitées couvrant les divers aspects de la discussion sur la révision proposée de l'UTC ont été données. Des représentants de l'UIT, du BIPM, de

l'Union astronomique internationale (UAI), du Service international de la rotation terrestre et des systèmes de référence (IERS), de l'Union géodésique et géophysique internationale (UGGI) et de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) ont fait part de la position de leur organisation. Sont également intervenus des orateurs représentant les quatre fournisseurs de systèmes globaux de navigation par satellite ainsi que deux laboratoires nationaux de métrologie.

## **6. VOYAGES, VISITEURS, PERSONNES EN DÉTACHEMENT ET CHERCHEURS INVITÉS**

### **6.1. Voyages**

En 2013, les membres du personnel du BIPM ont assisté à près de 70 conférences et réunions, ce qui représente au total environ 290 journées travaillées. Vingt-neuf membres du personnel ont été impliqués. Ces voyages, dont ceux effectués par le directeur du BIPM, sont présentés plus en détail sur le site internet du BIPM : [http://www.bipm.org/fr/publications/directors\\_report/travel.html](http://www.bipm.org/fr/publications/directors_report/travel.html).

Par ailleurs, les visites techniques effectuées en 2013 par 21 membres du personnel du BIPM auprès de 18 États ont représenté 256 journées travaillées.

### **6.2. Personnes en détachement et chercheurs invités**

P. Nogaś (Polish Space Research Centre, SRC), du 23 avril au 1<sup>er</sup> mai 2013, dans le cadre d'une coopération sur l'amélioration des comparaisons de temps par systèmes globaux de navigation par satellite (GNSS).

C. Kuanbayev (KazInMetr RSE), du 1<sup>er</sup> octobre 2012 au 30 novembre 2014, en détachement au BIPM en tant que secrétaire exécutif du JCRB.

S. Lee (KRISS), du 6 mars au 5 juin 2013, afin de travailler au Département de la chimie.

M. Li (NIM), depuis le 2 mai 2013, afin de travailler au Département de la chimie.

### **6.3. Visiteurs**

En 2013, les visites techniques effectuées au siège du BIPM par plus de 75 visiteurs venant de 28 États ont représenté au total 132 journées. Ces visites sont présentées plus en détail sur le site internet du BIPM : [http://www.bipm.org/fr/publications/directors\\_report/visitors.html](http://www.bipm.org/fr/publications/directors_report/visitors.html).

Plus de 1 300 personnes ont participé à des réunions organisées au siège du BIPM en 2013.

## 7. PUBLICATIONS

### 7.1. *Metrologia*

Le partenariat avec l'IOPP se poursuit bien. En avril 2013, une option permettant la publication libre d'accès dans *Metrologia* a été mise en place et, en septembre 2013, le passage au nouveau système de gestion des manuscrits de l'IOPP, ScholarOne Manuscripts, s'est bien déroulé. Les auteurs, tout comme les *referees*, bénéficieront des avantages de ce nouveau système.

Le facteur d'impact de *Metrologia* reste le plus élevé de toutes les revues du même type ; il a atteint 1,902 en 2012 (dernière année pour laquelle des résultats sont disponibles).

Parmi les nombreux articles intéressants publiés dans *Metrologia*, l'un a en particulier retenu l'attention en 2013 : il s'agit de l'article rédigé par de Podesta *et al.* sur une mesure de faible incertitude de la constante de Boltzmann. Cet article<sup>§§§</sup> a été sélectionné pour figurer dans l'édition d'août 2013 de *Physics World* et en être le thème de couverture.

Le nombre d'articles soumis pour publication reste élevé et le *Technical Supplement* de *Metrologia*, publié en ligne, se porte bien avec une moyenne d'un ou deux nouveaux rapports ajoutés chaque semaine.

### 7.2. Site internet du BIPM

Le site internet du BIPM demeure le moyen de communication privilégié du BIPM et constitue une source d'informations très riche qui suscite l'intérêt d'un public varié.

Depuis 2013, le BIPM met à disposition en accès libre sur son site internet le *Rapport annuel aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes sur la situation administrative et financière du Bureau international des poids et mesures*, l'ensemble des comptes rendus des CGPM, ainsi qu'une version électronique du document *Compendium of rules and practices applicable to the BIPM*.

Par ailleurs, le projet de nouvelle version du site internet, qui serait lancée en 2014, progresse bien. Le travail de préparation effectué en 2013 a consisté à convenir d'une structure améliorée de présentation des contenus et à établir une nouvelle identité visuelle pour le BIPM. La nouvelle charte graphique a été testée avec succès lors de la réunion des représentants des États Membres et des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, en octobre 2013, par le biais de présentations Powerpoint et l'installation de posters portant la nouvelle identité graphique dans les entrées principales des bâtiments du BIPM. Cette charte graphique est en cours d'examen par le CIPM.

Une liste des publications du BIPM est disponible à l'Annexe 1 du présent rapport.

## 8. BUREAU DU DIRECTEUR ET SERVICES GÉNÉRAUX

Les services de soutien et administratifs du BIPM ont été restructurés en 2013. L'ancien Département Finances, Administration et Services généraux a été réorganisé en deux nouveaux services (le Service Finances, budget et achats et le Service Juridique, administration et ressources humaines). Par ailleurs,

<sup>§§§</sup> de Podesta M., *et al.*, A low-uncertainty measurement of the Boltzmann constant, *Metrologia*, 2013, **50**, 354.

les responsabilités qui incombent au Secrétariat ont été étendues afin d'inclure l'entretien des locaux et l'organisation des réunions. L'ensemble des services de soutien et administratifs sont gérés au sein du bureau du directeur. Les Services généraux ont également été rassemblés et comprennent désormais l'atelier du BIPM et l'entretien des bâtiments, ainsi que la sécurité, la qualité et les extérieurs du BIPM.

### 8.1. Service Finances, budget et achats

Le Service Finances, budget et achats a consacré beaucoup d'efforts en 2013 à préparer le plan financier à long terme. Ce travail a requis de collaborer avec le Sous-comité permanent du CIPM sur les finances au sujet, entre autres, de l'élaboration de quatre scénarios fondés sur une éventuelle augmentation de la dotation, entre 0 % et 2,5 %, pour les années 2016 à 2023, et sur l'impact prévisible de chacun sur le BIPM et ses activités. Le plan financier à long terme, ainsi que les scénarios, ont été présentés lors de la réunion des représentants des États Membres et des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie en octobre 2013. Le plan financier à long terme continuera à être développé jusqu'à ce qu'il soit présenté à la CGPM lors de sa 25<sup>e</sup> réunion (2014). Le Service Finances, budget et achats a également collaboré avec le Sous-comité permanent du CIPM sur la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM et l'assurance-maladie. Afin de tenir compte des commentaires formulés lors de la réunion des représentants des États Membres et des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, des scénarios supplémentaires visant à améliorer la situation financière de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM ont été identifiés. Ce travail de collaboration est présenté plus en détail dans les procès-verbaux de la 102<sup>e</sup> session du CIPM.

Les états financiers de 2012 complets peuvent être consultés dans le *Rapport annuel aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes sur la situation administrative et financière du Bureau international des poids et mesures*.

### 8.2. Service Juridique, administration et ressources humaines

Le Service Juridique, administration et ressources humaines supervise les ressources humaines, les questions juridiques et autres services, ainsi que les relations avec les autorités de l'État hôte, les États Membres et les Associés à la CGPM, ainsi qu'avec d'autres États, organisations intergouvernementales et organismes internationaux. Le travail du service porte ainsi sur des aspects juridiques et administratifs, et comprend également la négociation et la gestion quotidienne de tous les contrats et accords conclus par le BIPM.

Parmi les activités juridiques figurent :

- le soutien apporté au directeur concernant les questions juridiques, administratives et de ressources humaines liées au BIPM et à ses activités, et la préparation des éléments nécessaires au directeur pour prendre des décisions concernant, en particulier : les règles applicables aux membres du personnel du BIPM ; le droit international général, notamment les privilèges et immunités ainsi que toute question concernant l'interprétation et l'application des dispositions fondamentales et constitutives du BIPM ; les accords et contrats dont le BIPM est partie, ainsi que les contrats d'achat ;
- la préparation d'avis juridiques nécessaires pour assurer la sécurité juridique du BIPM en matière de questions institutionnelles, administratives, de procédures et de ressources humaines ;
- la rédaction des notes verbales et des courriers institutionnels que le BIPM adresse, en particulier, aux États et autres organisations intergouvernementales, et la collaboration avec leurs conseillers juridiques et leurs autorités administratives concernant des questions juridiques et administratives ;
- la contribution au développement des règles applicables au BIPM et à ses membres du personnel (amendements aux SRI) ;

- l'aide apportée aux directeurs de département et chefs de section concernant des questions juridiques, administratives et de ressources humaines liées au BIPM et à ses activités ;
- la participation à la relecture des publications officielles du BIPM.

Les activités administratives couvrent, en particulier : les relations administratives et protocolaires avec les institutions publiques telles que les ministères et les ambassades ; la gestion des opérations de douane ; l'aide apportée aux membres du personnel du BIPM pour accomplir des formalités administratives dans le cadre de leur travail au BIPM.

Les activités liées aux ressources humaines comprennent, en particulier : la mise en œuvre des Statut, Règlement et Instructions applicables aux membres du personnel du BIPM (SRI) ; la gestion des engagements, des détachements et des stages, ainsi que celle de la structure organisationnelle et des descriptions de poste ; les droits à congés, l'évaluation de la performance, les avancements et les promotions.

### 8.3. Personnel\*\*\*\*

#### 8.3.1. Engagements

- Carlos Maggi, précédemment coordinateur des systèmes qualité au Conseil national de recherches Canada (CNRC, Canada), a été engagé en qualité de *responsable Qualité, Santé et Sécurité* à compter du 18 février 2013.
- À compter du 1<sup>er</sup> avril 2013, l'engagement de Nina De Sousa Dias est converti en engagement de durée indéterminée à temps plein au sein du Département des relations internationales et de la communication.
- Thomas Lavergne a été engagé en qualité d'*assistant* au Département des masses pour une période de deux ans à compter du 2 mai 2013.
- Le contrat de consultant de Richard Davis est prorogé jusqu'au 31 décembre 2013.

#### 8.3.2. Promotions et changements de grade

- Céline Fellag Ariouet a été nommée *assistante personnelle du directeur par intérim* à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013. À la suite du concours ouvert pour ce poste auquel elle s'est portée candidate et qu'elle a remporté, elle a pris les fonctions d'*assistante personnelle du directeur* le 1<sup>er</sup> mars 2013.
- David Burns, *physicien principal* au Département des rayonnements ionisants, a été promu *physicien chercheur principal* à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013.
- Laïla Dell'Oro, *secrétaire* au Département Finances, Administration et Services généraux, a été promue *secrétaire principale* à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013.

#### 8.3.3. Changements de responsabilités

La réorganisation des services de soutien et administratifs précédemment mentionnée a conduit aux changements de responsabilités suivants :

- Sigrid Arlen dirige le Service Juridique, administration et ressources humaines. Elle supervise Laïla Dell'Oro.

---

\*\*\*\* Une liste du personnel du BIPM et un organigramme sont présentés à l'Annexe 4 du présent rapport.

- Isabelle Andernack dirige le Service Finances, budget et achats. Elle supervise Daniela Etter et François Ausset.
- Céline Fellag Ariouet dirige le Service Secrétariat et entretien des locaux. Elle continue à superviser Frédérique de Hargues et Nina De Sousa Dias (pour son travail au secrétariat) et supervise également Isabel Neves, Maria José Fernandes, Angela Mendes de Matos et Arminda da Ponte.
- Carlos Maggi est en charge de la sécurité, de la qualité et des extérieurs. Il supervise Carlos Dias Nunes et André Zongo. Enrique Dominguez et César Neves, pour ce qui est de leur fonction de gardien du site, travaillent sous sa responsabilité.

#### 8.3.4. Chercheurs associés

- Sangil Lee, scientifique au Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS, République de Corée), a été en détachement au Département de la chimie du 6 mars au 5 juin 2013.
- Ming Li, scientifique au National Institute of Metrology (NIM, Chine), est en détachement au Département de la chimie du 1<sup>er</sup> mai 2013 au 30 avril 2014, puis du 1<sup>er</sup> novembre 2014 au 31 octobre 2015.
- L'engagement de Norbert Stoppacher en tant que chercheur associé au Département de la chimie a été prorogé jusqu'au 31 décembre 2014.

#### 8.3.5. Départs

- Marie-Jeanne Martin, secrétaire-comptable au sein du Département Finances, Administration et Services généraux, a pris sa retraite le 28 juin 2013.
- Brigitte Perent, directeur administratif et financier, a quitté le BIPM le 1<sup>er</sup> décembre 2013.

### 8.4. Service Secrétariat et entretien des locaux

Les activités menées par le Secrétariat sont essentielles au rôle de plus en plus important de coordination du BIPM. Suite à la réorganisation effectuée en septembre 2013, les activités liées à l'entretien des locaux précédemment gérées par le Département Finances, Administration et Services généraux ont été confiées au Secrétariat qui devient une entité distincte du bureau du directeur, le Service Secrétariat et entretien des locaux, sous la supervision de Céline Fellag Ariouet. Cela a également permis une coordination centralisée de l'organisation et du déroulement des réunions qui se tiennent au siège et en dehors du BIPM. Cette synergie a permis d'améliorer immédiatement l'efficacité des réunions et d'en réduire le coût pour l'année 2013 d'environ 20 000 euros.

Le Secrétariat gère principalement les réunions des Comités consultatifs et de leurs groupes de travail, celles du CIPM, du bureau du CIPM, des représentants des États Membres et des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, des Comités communs, ainsi que des ateliers spécifiques. En 2013, plus de 1 300 personnes ont participé à des réunions organisées au siège du BIPM. La liste complète des réunions qui se sont tenues au siège du BIPM en 2013 figure à l'Annexe 3 du présent rapport.

Le travail de préparation de la 25<sup>e</sup> réunion de la CGPM a commencé en 2013 : la réunion de la CGPM se tiendra en dehors du BIPM en novembre 2014 et son organisation sera gérée par le Secrétariat.

Le Secrétariat du BIPM apporte son soutien à tous les membres du personnel du BIPM en termes de services de secrétariat et administratifs (notamment pour les voyages, les demandes de visa ou l'inscription à des symposiums internationaux). Parmi les autres responsabilités qui lui incombent, le Secrétariat est

responsable des demandes d'utilisation du logo du CIPM MRA et de la base de données centrale contenant, en particulier, certaines des informations publiées sur les sites internet et intranet du BIPM.

Le Secrétariat transmet les documents de communication aux États Membres, aux Associés à la CGPM et aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie. Par ailleurs, le Secrétariat met en ligne, sur certaines parties en accès restreint du site internet du BIPM, les documents de travail destinés au CIPM, aux représentants des États Membres et aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, ainsi qu'aux Comités consultatifs et à leurs groupes de travail. Il conserve également les dossiers relatifs aux certificats d'étalonnage qu'il envoie aux laboratoires nationaux de métrologie et il édite chaque mois les « news » transmises en interne aux membres du personnel du BIPM.

## **8.5. Sécurité, qualité et extérieurs**

Le Système de management de la qualité du BIPM a été examiné lors de la réunion annuelle d'examen qui s'est tenue le 5 octobre 2012. Le nouveau Manuel Qualité du BIPM, conforme à la norme ISO/CEI 17025:2005 et au Guide ISO 34:2009, a été approuvé et mis en œuvre. En 2013, aucune non-conformité majeure n'a été observée lors des audits internes et externes effectués sur site par des pairs de façon régulière. Les non-conformités mineures ont été traitées et les recommandations d'amélioration ont été prises en compte.

Le Système de management de la qualité du BIPM sera présenté lors d'une réunion du Comité technique sur la qualité de l'EURAMET qui se tiendra le 9 avril 2014 à Cavtat, Croatie.

Le BIPM a achevé la mise en œuvre d'un Système de management de la santé et de la sécurité au travail fondé sur les exigences de la norme BS OHSAS 18001:2007. La seconde révision des versions anglaise et française du Manuel Santé et sécurité au travail du BIPM a été approuvée et publiée le 2 octobre 2013. Des procédures concernant l'évaluation des risques, les mesures d'urgence, les incidents/accidents/presqu'accidents ont été mises en œuvre. Tous les membres du personnel concernés ont été formés à l'utilisation de ces procédures. Le Système de management de la santé et de la sécurité au travail est désormais totalement opérationnel.





## Annexe 1 / Appendix 1

### PUBLICATIONS

#### Publications du BIPM pour l'année 2013 / BIPM Publications 2013

- BIPM Core data 2012, 4 p. / 4 pp.
- BIPM e-News (juin et décembre 2013 / June and December 2013).
- Mission, Rôle et Objectifs du BIPM, 8 p. / BIPM: Mission, Role and Objectives, 8 pp.
- Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations, 8<sup>e</sup> session (2012), 29 p. / Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration, 8th meeting (2012), 29 pp.
- Comité consultatif d'électricité et magnétisme, 28<sup>e</sup> session (2013), 24 p. / Consultative Committee for Electricity and Magnetism, 28th meeting (2013), 24 pp.
- Comité consultatif des longueurs, 15<sup>e</sup> session (2012), 44 p. / Consultative Committee for Length, 15th meeting (2012), 44 pp.
- Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées, 14<sup>e</sup> session (2013), 39 p. / Consultative Committee for Mass and Related Quantities, 14th meeting (2013), 39 pp.
- Comité consultatif de photométrie et radiométrie, 21<sup>e</sup> session (2012), 34 p. / Consultative Committee for Photometry and Radiometry, 21st meeting (2012), 34 pp.
- Comité consultatif pour la quantité de matière : métrologie en chimie, 19<sup>e</sup> session (2013), 34 p. / Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry, 19th meeting (2013), 34 pp.
- Comité consultatif des rayonnements ionisants, 23<sup>e</sup> session (2012), 16 p. / Consultative Committee for Ionizing Radiation, 23rd meeting (2012), 16 pp.
- Comité consultatif de thermométrie, 26<sup>e</sup> session (2012), 34 p. / Consultative Committee for Thermometry, 26th meeting (2012), 34 pp.
- Comptes rendus de la 24<sup>e</sup> réunion de la Conférence générale des poids et mesures (2011), 684 p. / Proceedings of the 24th meeting of the General Conference on Weights and Measures (2011), 684 pp.
- Notification des parts contributives dues par les Gouvernements des Hautes Parties contractantes pour l'entretien du Bureau international des poids et mesures et des souscriptions des États et Entités Économiques associés à la Conférence générale en 2013, 4 p. / 4 pp.
- Procès-verbaux du Comité international des poids et mesures, 101<sup>e</sup> session (2012), 80, 210 p. / International Committee for Weights and Measures, 101st meeting (2012), 80, 210 pp.
- Rapport annuel aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes sur la situation administrative et financière du Bureau international des poids et mesures en 2012, 162 p. / 162 pp.
- Rapport annuel du BIPM sur les activités du temps (2012), 121 p. / BIPM Annual Report on Time Activities (2012), 121 pp.

- Rapport du directeur sur l'activité et la gestion du Bureau international des poids et mesures (2012), 13, 124 p. / Director's Report on the Activity and Management of the BIPM (2012), 13, 124 pp.
- Rapports BIPM :
  - 2013/01 (17 pages)
  - 2013/02 (24 pages)

## Publications scientifiques du BIPM pour l'année 2013 / BIPM scientific publications 2013

### Masses / Mass

#### Publications extérieures / External publications

- Fang H., Kiss A., de Mirandés E., Lan J., Robertsson L., Solve S., Picard A., Stock M., Status of the BIPM watt balance, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 2013, 62, 1491-1498.
- Solve S., Chayramy R., Stock M., A bias source for the voltage reference of the BIPM watt balance, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 2013, 62, 1594-1599.
- Stock M., Watt balance experiments for the determination of the Planck constant and the redefinition of the kilogram, *Metrologia*, 2013, 50, R1-R16.
- Stock M., Watt balance experiments for the determination of the Planck constant and the redefinition of the kilogram, in *Metrology and Physical Constants*, IOS press, Amsterdam, ISBN 978-88-7438-083-1, 415-446.
- Quinn T., Parks H., Speake C., Davis R., Improved determination of  $G$  using two methods, *Phys. Rev. Lett.*, 2013, 111, 101102.
- Barat P. *et al.*, Report detailing requirements of NMIs for storage and transfer equipment compatible with existing apparatus, *NPL REPORT ENG 43*, ISSN 1754-2987, January 2013.
- Berry J.J. *et al.*, Report on the CCM WG TG1 pilot comparison to measure water vapour sorption on stainless steel mass standards, *NPL REPORT ENG 46*, ISSN 1754-2987, November 2013.

### Temps / Time

#### Publications extérieures / External publications

- Defraigne P., Aerts W., Harmegnies A., Petit G. *et al.*, Advances in multi-GNSS time transfer, *Proc. IFCS-EFTF 2013*, 2013, 508-512.
- Fang H., Kiss A., De Mirandés E., Lan J., Robertsson L., Solve S., Picard A., Stock M., Status of the BIPM watt balance, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 2013, 62, 1491-1498.
- Harmegnies A., Defraigne P., Petit G., Combining GPS and GLONASS in all-in-view for time transfer, *Metrologia*, 2013, 50 (3), 277-287.
- Jiang Z., *et al.*, On the gravimetric contribution to watt balance experiments, *Metrologia*, 2013, 50, 452-471.
- Jiang Z., Arias E.F., Use of the Global Navigation Satellite Systems for the construction of the international time reference UTC, *Proc. China Satellite Navigation Conference*, 457-468.
- Jiang Z., Improving the time link calibration for the generation of UTC, *Proc. Asia-Pacific Time and Frequency Workshop*, on the internet only, Session A3 – Time and Frequency Transfer, [http://www.apmpweb.org/fms/workshop3.php?tc\\_id=TF](http://www.apmpweb.org/fms/workshop3.php?tc_id=TF) .
- Jiang Z., Petit G., Tisserand L., Uhrich P., Rovera G.D. and Lin S.Y., Progress in the link calibration for UTC time transfer, *Proc. IFCS-EFTF 2013*, 2013, 861-864.
- Jiang Z., Konaté H. and Lewandowski W., Review and preview of two-way time transfer for UTC generation – from TWSTFT to TWOTFT, *Proc. IFCS-EFTF 2013*, 2013, 501-504.

- Panfilo G., Harmegnies A., A new weighting procedure for UTC, *Proc. IFCS-EFTF 2013*, 2013, 652-653.
- Panfilo G., Harmegnies A., Tisserand L., Arias E.F., The algorithm for the generation of UTC : latest improvements, *Proc. 45th PTI Meeting*, 2013.
- Petit G., Arias E.F., Harmegnies A., Panfilo G., Tisserand L., UTCr: a rapid realization of UTC, *Metrologia*, 51, 2014, 33-39.
- Solve S., Chayramy R., Picard A., Kiss A., Fang H., Robertsson L., De Mirandés E., Stock M., A bias source for the voltage reference of the BIPM watt balance. *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 2013, 1594-1599.
- Zucco M., Robertsson L. and Wallerand J.-P., Laser-induced fluorescence as a tool to verify the reproducibility of iodine-based laser standards: a study of 96 iodine cells. *Metrologia* 50, 2013, 402-408.

#### Publications du BIPM / BIPM publications

- Rapport annuel du BIPM sur les activités du temps (2012), 2013, **7**, 121 p. (rapport disponible uniquement sur la page internet [www.bipm.org/en/publications/time\\_activities.html](http://www.bipm.org/en/publications/time_activities.html)) / *BIPM Annual Report on Time Activities for 2012*, **7**, 121 pp., available only at [www.bipm.org/en/publications/time\\_activities.html](http://www.bipm.org/en/publications/time_activities.html).
- *Circulaire T* (mensuelle), 8 p. / *Circular T* (monthly), 8 pp.
- *UTC rapide (UTCr)* (hebdomadaire), 1 p. / *Rapid UTC (UTCr)* (weekly), 1 pp.
- Panfilo G., Harmegnies A., Tisserand L., A new weighting procedure for UTC. Report to the CCTF Working Group on TAI and to the CCTF working group on Time Scale Algorithms, December 2013.

#### Électricité / Electricity

##### Publications extérieures / External publications

- Avilés D., Navarrete E., Hernández D., Solve S., Chayramy R., Direct comparison of Josephson voltage standards at 10 V between BIPM and CENAM, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 2013, 1640-1645.
- Chayramy R., Solve S., A very low thermal EMF computer-controlled scanner, *Meas. Sci. Technol.*, 2013, **24**, 035008.
- Fang H., Kiss A., de Mirandés E., Lan J., Robertsson L., Solve S., Picard A., Stock M., Status of the BIPM watt balance, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 2013, **62**, 1491-1498.
- Solve S., Chayramy R., Stock M., A bias source for the voltage reference of the BIPM watt balance, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 2013, **62**, 1594-1599.
- Solve S., Rüfenacht A., Burroughs C.J., Benz S.P., Direct comparison of two NIST PJVS systems at 10 V, *Metrologia*, 2013, **50(5)**, 441-451.
- Stock M., Watt balance experiments for the determination of the Planck constant and the redefinition of the kilogram, *Metrologia*, 2013, **50(1)**, R1-R16.
- Stock M., Watt balance experiments for the determination of the Planck constant and the redefinition of the kilogram, in *Metrology and Physical constants*, IOS press, Amsterdam, ISBN 978-88-7438-083-1, 415-446.

## Publications du BIPM / BIPM publications

- Usuda T., Bruns T., Wright J., Filtz J.-R., Esward T., Arrhén F., Fletcher N., Report on the BIPM Workshop on Challenges in Metrology for Dynamic Measurement, *Rapport BIPM-2013/01*, 17 p. / 17 pp.

## Rayonnements ionisants / Ionizing Radiation

## Publications extérieures / External publications

- Allisy-Roberts P.J., Kessler C., Burns D.T., Summary of the BIPM.RI(I)-K5 comparison for air kerma in  $^{137}\text{Cs}$  gamma radiation, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06001.
- Andreo P., Wulff J., Burns D.T., Palmans H., Consistency in reference radiotherapy dosimetry: resolution of an apparent conundrum when  $^{60}\text{Co}$  is the reference quality for charged-particle and photon beams, *Phys. Med. Biol.*, 2013, 58, 6593-6621.
- Burns D.T., Kessler C., Knyziak A.B., Key comparison BIPM.RI(I)-K3 of the air-kerma standards of the GUM, Poland and the BIPM in medium-energy x-rays, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06003.
- Kessler C., *Développement et mise en place au BIPM d'un système international de comparaison et d'étalonnage pour la dosimétrie en mammographie*, Ph.D. thesis (LNE-INM/Cnam, La Plaine-Saint-Denis), 2013, 151 pp.
- Kessler C., Allisy-Roberts P.J., Minniti R., Comparison of the standards for air kerma of the NIST and the BIPM for  $^{60}\text{Co}$  gamma radiation, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06002.
- Kessler C., Alvarez Romero J.T., Tovar-Muñoz V.M., Key comparison BIPM.RI(I)-K1 of the air-kerma standards of the ININ, Mexico and the BIPM in  $^{60}\text{Co}$  gamma radiation, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06017.
- Kessler C., Burns D.T., Czap L., Csete I., Gomola I., Comparison of the air kerma standards of the IAEA and the BIPM in mammography x-rays, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06005.
- Kessler C., Burns D.T., Delaunay F., Donois M., Key comparison BIPM.RI(I)-K1 of the air-kerma standards of the LNE-LNHB, France and the BIPM in  $^{60}\text{Co}$  gamma radiation, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06018.
- Kessler C., Burns D.T., Delaunay F., Donois M., Key comparison BIPM.RI(I)-K4 of the absorbed dose to water standards of the LNE-LNHB, France and the BIPM in  $^{60}\text{Co}$  gamma radiation, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06019.
- Kessler C., Burns D.T., Oborin A.V., Villevalde A.Y., Key comparison BIPM.RI(I)-K7 of the air-kerma standards of the VNIIM, Russian Federation and the BIPM in mammography x-rays, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06013.
- Kessler C., Saito N., Kurosawa T., Key comparison BIPM.RI(I)-K1 of the air kerma standards of the NMIJ, Japan and the BIPM in  $^{60}\text{Co}$  gamma radiation, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06006.
- Kessler C., Saito N., Kurosawa T., Key comparison BIPM.RI(I)-K5 of the air kerma standards of the NMIJ, Japan and the BIPM in  $^{137}\text{Cs}$  gamma radiation, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06007.
- Michotte C., Nonis M., Liang J.C., Chen J., Liu H.R., Zhang M., Zhao Q., Yang Y.D., Activity measurements of the radionuclide  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  for the NIM, China in the ongoing comparison BIPM.RI(II)-K4.Tc-99m, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06010.
- Michotte C., *et al.*, Update of the BIPM comparison BIPM.RI(II)-K1.Cs-137 of activity measurements of the radionuclide  $^{137}\text{Cs}$  to include the 2007 results of the VNIIM (Russia), the 2009 result of the IFIN-HH (Romania), the 2010 result of the NMISA (South Africa) and the 2011 result of the BEV (Austria), *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06014.

- Michotte C., Ratel G., Courte S., Maringer F.J., Caffari Y., van Wyngaardt W.M., Update of the BIPM comparison BIPM.RI(II)-K1.Cs-134 of activity measurements of the radionuclide  $^{134}\text{Cs}$  to include the 2008 results of the BEV (Austria), the 2009 result of the IRA (Switzerland) and the 2010 results of the NMISA (South Africa), *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06009.
- Michotte C., *et al.*, Update of the BIPM comparison BIPM.RI(II)-K1.Cu-64 of activity measurements of the radionuclide  $^{64}\text{Cu}$  to include the 2009 results of the CMI-IIR (Czech Rep.) and the NPL (UK), the 2010 result of the LNE-LNHB (France) and the 2011 result of the ENEA-INMRI (Italy), *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06021.
- Picard S., Burns D.T., Roger P., Bateman F.B., Tosh R.E., Chen-Mayer H., Key comparison BIPM.RI(I)-K6 of the standards for absorbed dose to water of the NIST, USA and the BIPM in accelerator photon beams, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06004.
- Picard S., Burns D.T., Roger P., Delaunay F., Gouriou J., Le Roy M., Ostrowsky A., Sommier L., Vermesse D., Key comparison BIPM.RI(I)-K6 of the standards for absorbed dose to water of the LNE-LNHB, France and the BIPM in accelerator photon beams, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06015.
- Picard S., Burns D.T., Los Arcos J.M., Establishment of degrees of equivalence of national primary standards for absorbed dose to water in accelerator photon beams, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06016.
- Michotte C., *et al.*, Activity measurements of the radionuclide  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  for the CNEA, Argentina and the LNMRI/IRD, Brazil in the ongoing comparison BIPM.RI(II)-K4.Tc-99m, *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 06023.

#### Publications du BIPM / BIPM publications

- C. Michotte, M. Nonis, C. Bobin, T. Altizoglou, G. Sibbens, The SIRTI: a new tool developed at the BIPM for comparing activity measurements of short-lived radionuclides world-wide, *Rapport BIPM-2013/02*, 24 p. / 24 pp.

#### Chimie / Chemistry

##### Publications extérieures / External publications

- Viallon J., Moussay P., Idrees F., Wielgosz R., Niederhauser B., Final report of the ongoing key comparison BIPM.QM-K1: Ozone at ambient level, comparison with METAS (July 2013), *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 08022.
- Flores E., *et al.*, 2013, Final report on Pilot Study CCQM-P110: Study on the accuracy and uncertainty of FT-IR methods calibrated with synthetic spectra for  $\text{NO}_2$  concentration measurements, *Metrologia*, 50, *Tech. Suppl.*, 08011.
- Norris J.E., Choquette S.J., Viallon J., Moussay P., Wielgosz R., Guenther F.R., 2013, Temperature Measurement and Optical Path-length Bias Improvement Modifications to NIST Ozone Reference Standards, *J. Air & Waste Manage. Assoc.*, 2013, 63(5), 565-574.
- Flores E., Viallon J., Moussay P., Wielgosz R.I., Accurate Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectroscopy Measurements of Nitrogen Dioxide and Nitric Acid Calibrated with Synthetic Spectra, *Appl. Spectrosc.*, 2013, 67, 1171-1178.
- Westwood S., Josephs R., Choteau T., Daireaux A., Wielgosz R.I., Mass Balance Method for the SI Value Assignment of the Purity of Organic Compounds, *Anal. Chem.*, 2013, 85, 3118.
- Viallon J., Moussay P., Idrees F., Wielgosz R., Botha A., Final report of the ongoing key comparison BIPM.QM-K1: Ozone at ambient level, comparison with NMISA (July 2012), *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 08014.

- Viallon J., Moussay P., Idrees F., Wielgosz R., Morillo Gomez P., Sánchez C., Final report on the ongoing key comparison BIPM.QM-K1: Ozone at ambient level, comparison with ISCIII (December 2012), *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 08008.
- Viallon J., Moussay P., Idrees F., Wielgosz R., Novák J., Vokoun M., Final report of the ongoing key comparison BIPM.QM-K1: Ozone at ambient level, comparison with CHMI (September 2013), *Metrologia*, 2013, 50, *Tech. Suppl.*, 08024.
- Galbally I.E., *et al.*, Guidelines for continuous measurements of ozone in the troposphere, *GAW Report No. 209*, 2013, 76 pp.
- Stoppacher N., Josephs R.D., Daireaux A., Choteau T., Westwood S.W., Wielgosz R.I., Impurity identification and determination for the peptide hormone angiotensin I by liquid chromatography-high-resolution tandem mass spectrometry and the metrological impact on value assignments by amino acid analysis, *Anal. Bioanal. Chem.* 2013, 405, 8039–8051.

#### Publications du BIPM / BIPM publications

- Josephs R.D., Stoppacher N., Li M., Routes to Macromolecular/Biomolecular Purity (CON 3) - Concept Paper on SI Value Assignment of Purity: Model for the classification of peptides for primary structure purity determinations, Input for BAWG Drafting Group.

## Annexe 2 / Appendix 2

## CERTIFICATS ET NOTES D'ÉTUDE / CERTIFICATES AND STUDY NOTES

Entre le 1<sup>er</sup> janvier 2013 et le 31 décembre 2013, 77 certificats et 4 notes d'étude ont été délivrés. /  
In the period from 1 January 2013 to 31 December 2013, 77 Certificates and 4 Study Notes were issued.

## 1.1 Certificats /Certificates

## 2013

1.	1 $\Omega$ resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1 915 096 *	NIMT, <u>Thaïlande/</u> <u>Thailand</u>
2.	1 $\Omega$ resistance standard, Leeds and Northrup type 4210B, No. 285282	Id.
3.	100 $\Omega$ resistance standard, Tinsley type 5685A, No. 15241/15	Id.
4.	100 $\Omega$ resistance standard, Alpha Electronics type CSR102, No. 02217	Id.
5.	100 $\Omega$ resistance standard, TEGAM type SR102, No. A2010106SR102 *	Id.
6.	10 000 $\Omega$ resistance standard, Leeds and Northrup type 4214B, No. 1 917 542 *	Id.
7.	10 000 $\Omega$ resistance standard, TEGAM type SR104, No. K201090330104	Id.
8.	1 $\Omega$ resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1681958*	NIS, <u>Égypte/Egypt</u>
9.	1 $\Omega$ resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1684330*	Id.
10.	1 $\Omega$ resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1679692*	Id.
11.	10 000 $\Omega$ resistance standard, ESI type SR 104, No. 307109	Id.
12.	Ionization chamber NE 2571, No. 2719 in a <sup>60</sup> Co gamma-ray beam*	NMISA, <u>Afrique du</u> <u>Sud/South Africa</u>
13.	Ionization chamber NE 2571, No. 2719 in x-rays beams*	Id.
14.	Ionization chamber PTW 30012, No. 0064 in a <sup>60</sup> Co gamma-ray beam*	Id.
15.	Ionization chamber PTW 30012, No. 0064 in x-rays beams*	Id.
16.	Ionization chamber NE 2530, No. 649 in a <sup>137</sup> Cs gamma-ray beam*	Id.
17.	Ionization chamber PTW W32002, No. 055 in gamma-ray beams	Id.
18.	Ionization chamber NE 2611, No. 2611 in a <sup>60</sup> Co gamma-ray beam*	CRRD, <u>Argentine/</u> <u>Argentina</u>
19.	Ionization chamber NE 2611, No. 133 in medium-energy x-rays*	Id.
20.	10 000 $\Omega$ resistance standard, Leeds and Northrup type 4214B, No. 1 784 815*	BEV, <u>Autriche/Austria</u>
21.	1 $\Omega$ resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1 611 312*	Id.
22.	1 $\Omega$ resistance standard, Leeds and Northrup type 4210B, No. 1 915 322*	Id.

\* Standards marked with an asterisk have been calibrated previously at the BIPM.

23.	1 $\Omega$ resistance standard, NMIA, NML type, No. 64191*	Id.
24.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01660	Id.
25.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01661*	Id.
26.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01469*	Id.
27.	1 $\Omega$ resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1 870 794*	SMD, <u>Belgique/</u> <u>Belgium</u>
28.	1 $\Omega$ resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1 816 196*	Id.
29.	1 $\Omega$ resistance standard, CSIRO type, No. 64174*	Id.
30.	100 $\Omega$ resistance standard, TEGAM type SR102, No. A2010199SR102*	Id.
31.	10 000 $\Omega$ resistance standard, ESI type SR104, No. 718011*	Id.
32.	10 000 $\Omega$ resistance standard, ESI type SR104, No. G 207078730104*	NMC, <u>Singapour/</u> <u>Singapore</u>
33.	1 $\Omega$ resistance standard, CSIRO type, No. 64206*	Id.
34.	1 $\Omega$ resistance standard, Tinsley type 5685A, No. 246570*	MSL, <u>Nouvelle-Zélande/</u> <u>New Zealand</u>
35.	100 $\Omega$ resistance standard, Tinsley type 5685A, No. 248814*	Id.
36.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01575	INM, <u>Roumanie/Romania</u>
37.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01576	Id.
38.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01577	Id.
39.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01578	Id.
40.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01277*	SMD, <u>Belgique/</u> <u>Belgium</u>
41.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01075*	Id.
42.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01181*	CMI, <u>République</u> <u>tchèque/</u> <u>Czech Republic</u>
43.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01323*	Id.
44.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01326*	Id.
45.	1 kg mass standard, 1K3*	NML-SIRIM, <u>Malaisie/Malaysia</u>
46.	1 kg mass standard, 1Kc*	Id.
47.	1 kg mass prototype, No. 4*	<u>États-Unis</u> <u>d'Amérique/ United</u> <u>States of America</u>
48.	1 kg mass prototype, No. 3*	<u>Espagne/Spain</u>



49.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01110 *	NML-SIRIM, <u>Malaisie/Malaysia</u>
50.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01111 *	Id.
51.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01112*	Id.
52.	Ionization chamber NE 2571, No. 2676 in a <sup>60</sup> Co gamma-ray beam*	GUM, <u>Pologne/Poland</u>
53.	Ionization chamber Radcal RC6M, No. 9065 in low-energy x-rays*	NRPA, <u>Norvège/Norway</u>
54.	Ionization chamber Radcal RC6M, No. 9065 in mammography x-rays	Id.
55.	Ionization chamber Capintec PR-06G, No. 8429 in medium-energy x-rays*	Id.
56.	Ionization chamber Capintec PR-06G, No. 8429 in a <sup>60</sup> Co gamma-ray beam*	Id.
57.	Ionization chamber NE 2561, No. 099 in medium-energy x-rays	Id.
58.	Ionization chamber NE 2561, No. 099 in a <sup>60</sup> Co gamma-ray beam*	Id.
59.	Ionization chamber Exradin A6, No. XQ102232 in gamma-ray beam	Id.
60.	Zener diode voltage standard, No. 9170714*	DMDM, <u>Serbie/Serbia</u>
61.	Ionization chamber PTW 23344, No. 0844 in low-energy x-rays *	IAEA
62.	Ionization chamber PTW 23344, No. 0957 in low-energy x-rays	Id.
63.	Ionization chamber NE 2611, No. 145 in medium-energy x-rays *	Id.
64.	Ionization chamber NE 2561, No. 265 in medium-energy x-rays *	Id.
65.	Ionization chamber FC65G, No. 1551 in a <sup>60</sup> Co gamma-ray beam	Id.
66.	Ionization chamber TEC/NPL 2611B, No. 242 in a <sup>60</sup> Co gamma-ray beam*	Id.
67.	Ionization chamber NE 2611A, No. 211 in a <sup>60</sup> Co gamma-ray beam*	Id.
68.	1 kg mass prototype, No. 2*	<u>Roumanie/Romania</u>
69.	1 kg mass standard in stainless steel, No. 81*	INM, <u>Roumanie/Romania</u>
70.	1 kg mass prototype, No. 70*	<u>Allemagne/</u> <u>Germany</u>
71.	1 kg mass standard "A" in platinum-iridium*	NPL, <u>Royaume-Uni/</u> <u>United Kingdom</u>
72.	1 kg mass standard in stainless steel, 1K4*	NML-SIRIM, <u>Malaisie/Malaysia</u>
73.	1 kg mass standard in stainless steel, 1Kr*	Id.
74.	Ionization chamber NE 2561, No. 168 in medium-energy x-rays*	LNMRI, <u>Brésil/Brazil</u>
75.	Ionization chamber NE 2561, No. 168 in a <sup>60</sup> Co gamma-ray beam*	Id.
76.	Ionization chamber NE 2561, No. 264 in medium-energy x-rays*	Id.

77. Ionization chamber NE 2561, No. 264 in a  $^{60}\text{Co}$  gamma-ray beam\* Id.

## 1.2 Notes d'étude / Study Notes

### 2013

1. 1  $\Omega$  resistance standard, Yokogawa type 2781, No. 64VT4001 NIMT, Thaïlande/Thailand
2. 10 000  $\Omega$  resistance standard, TEGAM type SR104, No. K2011000430104 Id.
3. Ionization chamber NE 2611, No. 213 in a  $^{60}\text{Co}$  gamma-ray beam CRRD, Argentine/Argentina
4. 1 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling model AH11A, No. 01113 NML-SIRIM, Malaisie/Malaysia

### Annexe 3 / Appendix 3

## RÉUNIONS ET PRÉSENTATIONS AU SIÈGE DU BIPM / MEETINGS AND PRESENTATIONS AT THE BIPM

### Réunions organisées par le BIPM / Meetings organized by the BIPM

Les réunions suivantes se sont tenues au siège du BIPM entre le 1<sup>er</sup> janvier 2013 et le 31 décembre 2013 / The following meetings were held at the BIPM in 2013:

- 14<sup>e</sup> réunion du CCM et réunions de ses groupes de travail, du 18 au 22 février 2013 / The 14th meeting of the CCM and meetings of the CCM Working Groups – 18 to 22 February 2013.
- Réunion du bureau du CIPM, les 4 et 5 mars 2013, les 17 et 18 juin 2013, et les 20 et 21 octobre 2013 / Bureau of the CIPM meeting – 4 to 5 March 2013, 17 to 18 June 2013 and 20 to 21 October 2013.
- Réunion bilatérale BIPM-ILAC, le 6 mars 2013 / BIPM and ILAC bilateral meeting – 6 March 2013.
- Réunion quadripartite BIPM-ILAC-ISO-OIML, le 7 mars 2013 / BIPM, ILAC, ISO and OIML four-partite meeting – 7 March 2013.
- Réunion bilatérale BIPM-OIML, le 7 mars 2013 / BIPM and OIML bilateral meeting – 7 March 2013.
- 28<sup>e</sup> réunion du CCEM et réunions de ses groupes de travail, du 11 au 15 mars 2013 / The 28th meeting of the CCEM and meetings of the CCEM Working Groups – 11 to 15 March 2013.
- 30<sup>e</sup> réunion du JCRB, le 20 mars 2013 / The 30th meeting of the JCRB – 20 March 2013.
- 21<sup>e</sup> réunion de la Section I du CCRI, du 25 au 28 mars 2013 / The 21st meeting of the CCRI(I) – 25 to 28 March 2013.
- Comité “Science et métrologie” de l’Académie des Sciences – le 8 avril 2013 / 8 April 2013.
- 19<sup>e</sup> réunion du CCQM et réunions de ses groupes de travail, du 12 au 19 avril 2013 / The 19th meeting of the CCQM and meetings of the CCQM Working Groups – 12 to 19 April 2013.
- Réunion du Groupe de travail du CCPR sur les comparaisons clés, du 22 au 23 avril 2013 / The CCPR Working Group on Key Comparisons (WG-KC) – 22 to 23 April 2013.
- 20<sup>e</sup> réunion de la Section III du CCRI, du 24 au 26 avril 2013 / The 20th meeting of the CCRI(III) – 24 to 26 April 2013.
- 22<sup>e</sup> réunion de la Section II du CCRI, du 13 au 16 mai 2013 / The 22nd meeting of the CCRI(II) – 13 to 16 May 2013.
- 24<sup>e</sup> réunion du CCRI, le 17 mai 2013 / The 24th meeting of the CCRI – 17 May 2013.
- CODATA – le 10 juin 2013 / 10 June 2013.
- 21<sup>e</sup> réunion du CCU, les 11 et 12 juin 2013 / The 21st meeting of the CCU – 11 to 12 June 2013.
- Première partie de la 102<sup>e</sup> session du CIPM, du 19 au 21 juin 2013 / Session I of the 102nd meeting of the CIPM – 19 to 21 June 2013.
- Seconde partie de la 102<sup>e</sup> session du CIPM, les 21, 22 et 25 octobre 2013 / Session II of the 102nd meeting of the CIPM – 21 to 22 and 25 October 2013.

- Réunion des représentants des États Membres et des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, les 23 et 24 octobre 2013 / Meeting of Representatives of Member States and NMI Directors – 23 to 24 October 2013.
- 9<sup>e</sup> réunion du CCAUV, du 28 au 31 octobre 2013 / The 9th meeting of the CCAUV – 28 to 31 October 2013.
- Réunion du Groupe de travail 2 du JCGM sur le VIM, du 2 au 5 décembre 2013 / JCGM-WG2 (VIM) meeting – 2 to 5 December 2013.
- Réunion des groupes d'examen du JCTLM, le 3 décembre 2013 / JCTLM Review Teams meeting – 3 December 2013.
- Réunion des membres et parties prenantes du JCTLM, les 4 et 5 décembre 2013 / JCTLM Members-Stakeholders meeting – 4 to 5 December 2013.
- Réunion du Comité exécutif du JCTLM, les 6 et 7 décembre 2013 / JCTLM Executive Committee – 6 to 7 December 2013.
- Réunion du Groupe de travail 1 du JCGM sur le GUM, du 9 au 12 décembre 2013 / JCGM-WG1 (GUM) meeting – 9 to 12 December 2013.

#### **Présentations au siège du BIPM / Presentations at the BIPM**

- M. Van Camp (Observatoire Royal de Belgique), L'eau, l'élément indomptable de la gravimétrie ? – le 23 mai 2013 / 23 May 2013.
- F. Ramirez Rossi (CNRS), The pygmies: another application of weights and measures – le 6 juin 2013 / 6 June 2013.
- M. du Sautoy (BBC documentary), Precision: The measure of all things – time and distance – les 6, 13 et 20 septembre 2013 / 6, 13 and 20 September 2013.
- S. Solve (BIPM), Toward a new BIPM Key Comparison in Electricity... – le 26 septembre 2013 / 26 September 2013.

**Annexe 4 / Appendix 4****LISTE DU PERSONNEL DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES /  
STAFF OF THE INTERNATIONAL BUREAU OF WEIGHTS AND MEASURES**

au 31 décembre 2013 / on 31 December 2013

**Directeur / Director:** M. Milton**Masses / Mass:** A. Picard (M. Stock, directeur par interim / *interim* director)P. Barat, H. Fang, C. Goyon-Taillade, F. Idrees<sup>1</sup>, A. Kiss, T. Lavergne, E. de Mirandés**Temps / Time:** E.F. AriasA. Harmegnies, Z. Jiang, H. Konaté, W. Lewandowski, G. Panfilo, G. Petit, L. Robertsson,  
L. Tisserand**Électricité / Electricity:** M. StockR. Chayramy, N.E. Fletcher, R. Goebel, A. Jaouen<sup>2</sup>, B. Rolland, S. Solve<sup>3</sup>**Rayonnements ionisants / Ionizing radiation:** J.M. Los Arcos

D.T. Burns, S. Courte, C. Kessler, C. Michotte, M. Nonis, S. Picard, G. Ratel, P. Roger

**Chimie / Chemistry:** R.I. WielgoszT. Choteau, A. Daireaux, E. Flores Jardines, R.D. Josephs, P. Moussay, N. Stoppacher, J. Viallon,  
S.W. Westwood**Bureau du directeur / Director's Office****Juridique, administration et ressources humaines / Legal, Administration and Human****Resources:** S. Arlen

L. Dell'Oro

**Finances, budget et achats / Finance, Budget and Procurement:** I. Andernack

F. Ausset, D. Etter

**Secrétariat et entretien des locaux / Secretariat and housekeeping:** C. Fellag Ariouet

A. Da Ponte, M.-J. Fernandes, F. de Hargues, A. Mendes de Matos, I. Neves

**Relations internationales et communication / International Liaison and Communication:**

A.S. Henson

S. Maniguet<sup>4</sup>, C. Thomas, N. De Sousa Dias<sup>5</sup>, J.R. Miles, C. Planche, R. Sitton**Services informatiques / IT Services:** R.I. Wielgosz

L. Le Mée, T. Nguyen

<sup>1</sup> Également à la chimie / Also Chemistry<sup>2</sup> Sous le régime de l'invalidité / Under the invalidity scheme<sup>3</sup> En détachement au NIST depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2012 / On secondment to the NIST since 1 July 2012<sup>4</sup> Également à la chimie / Also Chemistry<sup>5</sup> Également au secrétariat / Also Secretariat

**Services généraux / General services**

**Sécurité, qualité et extérieurs / Safety, Quality and Grounds:** C. Maggi

C. Dias Nunes, A. Zongo

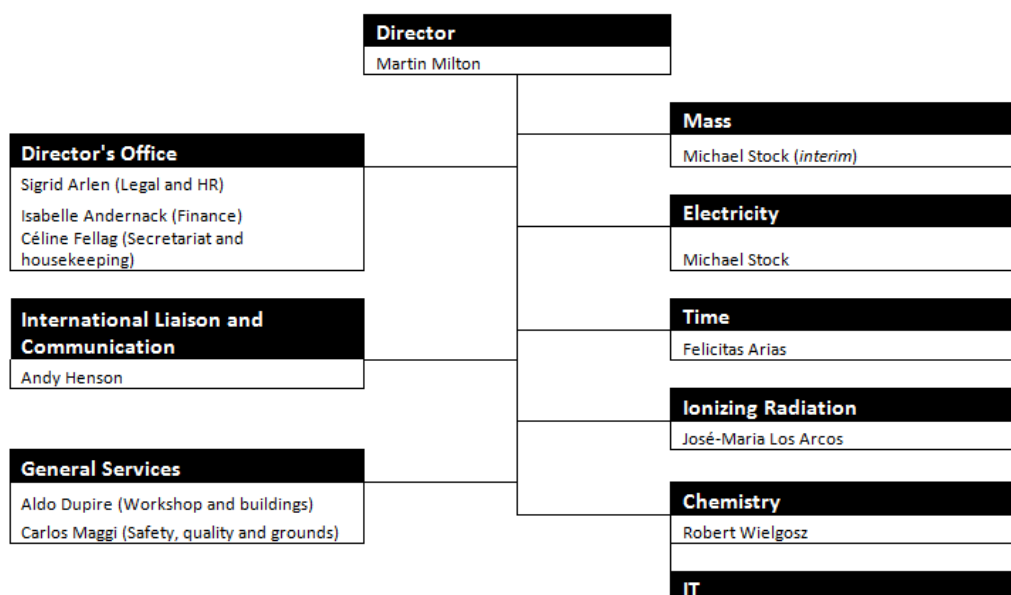
**Atelier de mécanique et entretien du site / Workshop and Buildings:** A. Dupire

P. Benoit, F. Boyer, M. de Carvalho<sup>6</sup>, E. Dominguez<sup>7</sup>, P. Lemartrier, C. Neves<sup>7</sup>, S. Segura,  
B. Vincent

**Directeurs honoraires / Emeritus directors:** T.J. Quinn, A.J. Wallard

**Physicien chercheur principal honoraire / Honorary Principal Research Physicist:**

R.S. Davis

**Organigramme du siège du BIPM / Organigram of the BIPM headquarters**

<sup>6</sup> Sous le régime de l'invalidité / Under the invalidity scheme

<sup>7</sup> Également aux services généraux / Also General Services

## Annexe 5 / Appendix 5

## LISTE DES SIGLES UTILISÉS DANS LE PRÉSENT VOLUME / ACRONYMS USED IN THE PRESENT VOLUME

AFRIMETS	Système intra-africain de métrologie/Inter-Africa Metrology System
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
AMA	Agence mondiale antidopage
APMP	Asia/Pacific Metrology Programme
ARPANSA	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (Australie/Australia)
BEV	<i>Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen</i> (Autriche/Austria)
BIML	Bureau international de métrologie légale/International Bureau of Legal Metrology
BIPM	Bureau international des poids et mesures/International Bureau of Weights and Measures
CC	Consultative Committee of the CIPM
CCAUV	Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations/Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration
CCC	Cryogenic current comparator/comparateur cryogénique de courant
CCEM	Comité consultatif d'électricité et magnétisme/Consultative Committee for Electricity and Magnetism
CCL	Comité consultatif des longueurs/Consultative Committee for Length
CCM	Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées/Consultative Committee for Mass and Related Quantities
CCPR	Comité consultatif de photométrie et radiométrie/Consultative Committee for Photometry and Radiometry
CCQM	Comité consultatif pour la quantité de matière : métrologie en chimie/Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry
CCRI	Comité consultatif des rayonnements ionisants/Consultative Committee for Ionizing Radiation
CCRI(I)	CCRI Section I: x- and gamma rays, charged particles
CCRI(II)	CCRI Section II: Measurement of radionuclides
CCRI(III)	CCRI Section III : Neutron measurements
CCT	Comité consultatif de thermométrie/Consultative Committee for Thermometry
CCTF	Comité consultatif du temps et des fréquences/Consultative Committee for Time and Frequency
CCU	Comité consultatif des unités/Consultative Committee for Units
CEI	Commission électrotechnique internationale
CGPM	Conférence générale des poids et mesures/General Conference on Weights and Measures
CIE	Commission internationale de l'éclairage/International Commission on Illumination
CIPM	Comité international des poids et mesures/International Committee for Weights and Measures

CIPM MRA	CIPM Mutual Recognition Arrangement/Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM
CMC	Calibration and Measurement Capability/Aptitude en matière de mesures et d'étalonnages
CMI-IIR	Czech Metrological Institute, Inspectorate for Ionizing Radiation/ <i>Český Metrologický Institut, Inspektorát Pro Ionizující Zářeni</i> (République tchèque/Czech Republic)
CNRS	Centre national de la recherche scientifique (France)
CODATA	Committee on Data for Science and Technology
COOMET	Coopération métrologique entre les États d'Europe centrale/Euro-Asian Cooperation of National Metrology Institutions
CRRD	Regional Reference Centre for Dosimetry (Argentine/Argentina)
DCMAS	Network on Metrology, Accreditation and Standardization for Developing Countries/Réseau de métrologie, d'accréditation et de normalisation pour les pays en développement
DMDM	Directorate of Measures and Precious Metals (Serbie/Serbia)
EMRP	European Metrology Research Programmed/Programme européen de recherche en métrologie
EMPIR	European Metrology Programme for Innovation and Research/Programme européen d'innovation et de recherche en métrologie
ENEA	<i>Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile</i> (Italie/Italy)
ERMS	Ensemble of Reference Mass Standards/Ensemble d'étalons de masse de référence du BIPM
EURAMET	European Association of National Metrology Institutes
FTIR	Fourier transform infrared spectroscopie/Spectroscopie
GAWG	CCQM Working Group on Gas Analysis
GLONASS	<i>Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistem</i> /Global Navigation Satellite System (Fédération de Russie/Russian Federation)
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GUM	Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure/Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement
HCHO	Formaldéhyde/Formaldehyde
HTML	HyperText Markup Language
IAEA	International Atomic Energy Agency
IAU	International Astronomical Union
ICRM	International Committee for Radionuclide Metrology
ICRM 2013	19th International Conference on Radionuclide Metrology and its Applications
ICRU	International Commission on Radiation Units and Measurements
IEC	International Electrotechnical Commission
IERS	International Earth Rotation and Reference Systems Service/Service international de la rotation terrestre et des systèmes de référence



IFCC	International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine/Fédération internationale de chimie clinique et médecine de laboratoire
IFIN-HH	“Horia Halubei” National Institute of Research and Development for Physics and Nuclear Engineering (Roumanie/Romania)
ILAC	International Laboratory Accreditation Cooperation
INM	Instituto Nacional de Metrología de Colombia (Colombie/Colombia)
IPK	International prototype of the kilogram
IRA	Institut universitaire de radiophysique appliquée (Suisse/Switzerland)
IRMM	Institute for Reference Materials and Measurements, European Commission/Institut des matériaux et mesures de référence, Commission européenne
ISO	Organisation internationale de normalisation/International Organization for Standardization
ITU	International Telecommunication Union
IUGG	International Union of Geodesy and Geophysics
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
JCGM	Joint Committee for Guides in Metrology/Comité commun pour les guides en métrologie
JCRB	Joint Committee of the Regional Metrology Organizations and the BIPM/Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM
JCTLM	Joint Committee for Traceability in Laboratory Medicine/Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire
KazInMetr RSE	Kazakh Institute of Metrology RSE (Kazakhstan)
KCDB	BIPM key comparison database/Base de données du BIPM sur les comparaisons clés
KCRV	key comparison reference value
KRISS	Korea Research Institute of Standards and Science (République de Corée/Republic of Korea)
LCM	Laboratoire commun de métrologie (France)
LNE-CNAM	LNE Conservatoire national des arts et métiers (France)
LNE-LNHB	LNE Laboratoire national Henri Becquerel (France)
LNE-SYRTE	LNE Systèmes de Références Temps-Espace (France)
LNMRI	<i>Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes</i> (Brésil/Brazil)
MASM	Mongolian Agency for Standardization and Metrology (Mongolie/Mongolia)
MSL	Measurement Standards Laboratory (Nouvelle-Zélande/New Zealand)
NIM	National Institute of Metrology (Chine/China)
NIMT	National Institute of Metrology (Thaïlande/Thailand)
NIS	National Institute for Standards (Égypte/Egypt)
NIST	National Institute of Standards and Technology (États-Unis d'Amérique/USA)
NMC, A*STAR	National Metrology Centre, Agency for Science, Technology and Research (Singapour/Singapore)
NMI	National Metrology Institute
NMISA	National Metrology Institute of South Africa (Afrique du Sud/South Africa)
NML-SIRIM	National Metrology Laboratory, SIRIM Berhad (Malaisie/Malaysia)

NPL	National Physical Laboratory (Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord/UK)
NRPA	National Radiation Protection Authority (Norvège/Norway)
OAWG	CCQM Working Group on Organic Analysis
OIML	Organisation internationale de métrologie légale/International Organization of Legal Metrology
OMC	Organisation mondiale du commerce
OMM	Organisation météorologique mondiale
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
PJVS	Programmable Josephson voltage standard
POLATOM RC	National Centre for Nuclear Research, Radioisotope Centre (Pologne/Poland)
PPP	Precise Point Positioning/Logiciel de positionnement précis
PTB	<i>Physikalisch-Technische Bundesanstalt</i> (Allemagne/Germany)
QHE	quantum Hall effect
QNMR	quantitative nuclear magnetic resonance
RMO	Regional Metrology Organization
SI	Système international d'unités/International System of Units
SIM	<i>Sistema Interamericano de Metrología</i> /Système interaméricain de métrologie/Inter-American Metrology System
SIR	Système international de référence pour les mesures d'activité d'émetteurs de rayonnement gamma/ International Reference System for gamma-ray emitting radionuclides
SIRTI	Instrument de transfert du SIR/Transfer Instrument of the SIR
SMD	Service Métrologie Scientifique (Belgique/Belgium)
SNS	Superconductor-normal metal-superconductor/supraconducteur-normal supraconducteur
SSC	SSDL Scientific Committee
SSDL	Secondary Standards Dosimetry Laboratories of the IAEA
TAI	Temps atomique international/ International Atomic Time
TDCR	Triple-to-Double Coincidence Ratio Technique/Rapport des coïncidences triples aux coïncidences doubles
TPR	Tissue Phantom Ratio/Rapport tissu-fantôme
TWSTFT	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer/Comparaison de temps et de fréquence par aller et retour sur satellite
UAI	Union astronomique internationale
UEC	Universal efficiency curves
UGGI	Union géodésique et géophysique internationale
UIT	Union internationale des télécommunications
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
UTC	Temps universel coordonné/Coordinated Universal Time
UTCr	UTC rapide/rapid UTC

VIM	Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (3 <sup>e</sup> édition)/International Vocabulary of Metrology, Basic and General Concepts and Associated Terms (3rd edition)
VNIIM	D.I. Mendeleev Institute for Metrology, Rostekhnregulirovaniye of Russia (Fédération de Russie/Russian Federation)
VSL	Van Swinden Laboratorium (formerly NMi-VSL) (Pays-Bas/Netherlands)
WADA	World Anti-Doping Agency
WHO	World Health Organization
WMO	World Meteorological Organization
WTO	World Trade Organization
XRCD	X-ray crystal density

Inprimerie Centrale  
15, rue du Commerce, L-1351 Luxembourg  
ISBN 978-92-822-2257-7  
ISSN 1606-3740  
Achévé d'imprimer : mai 2014